



РОССИЙСКОЕ АГЕНТСТВО ПО ПАТЕНТАМ И ТОВАРНЫМ ЗНАКАМ
(РОСПАТЕНТ)

ФЕДЕРАЛЬНЫЙ ИНСТИТУТ ПРОМЫШЛЕННОЙ СОБСТВЕННОСТИ

рег. No 20/14-496

21 сентября 1999 г.

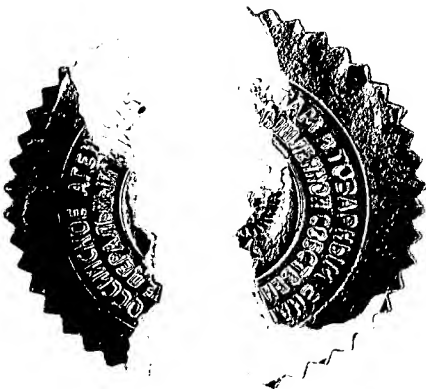
СПРАВКА

Федеральный институт промышленной собственности Российского Агентства по патентам и товарным знакам настоящим удостоверяет, что приложенные материалы являются точным воспроизведением первоначального описания, формулы и чертежей (если имеются) заявки на выдачу патента на изобретение N 98103743, поданной в феврале месяце 24 дня 1998 года.

Название изобретения: Жидкокристаллический индикаторный элемент.

Заявитель (и): Мирошин Александр Александрович.

Действительный автор(ы): Беляев Сергей Васильевич
Малимоненко Николай Владимирович
Мирошин Александр Александрович
Хан Ир Гвон.



RECEIVED
MAY 31 2002
TC 1700

Уполномоченный заверить копию
заявки на изобретение


Г.Ф. Востриков
Заведующий отделом

Жидкокристаллический индикаторный элемент

Изобретение относится к устройствам отображения информации, в частности к жидкокристаллической ячейке, и может быть использовано в средствах индикаторной техники различного назначения, например: плоских дисплеях, оптических модуляторах, матричных системах световой модуляции и т.п.

Известны устройства, выполненные в виде плоской кюветы, образуемой из двух параллельных стеклянных пластин, на внутренних поверхностях которых нанесены электроды из оптически прозрачного электропроводящего материала, например двуокиси олова. Поверхность пластин с электродами подвергают специальной обработке, которая обеспечивает заданную однородную ориентацию молекул жидкого кристалла (ЖК) у поверхности пластин и в объеме пленки ЖК. При гомогенной ориентации большие оси молекул жидкого кристалла у поверхности пластин расположены параллельно направлениям ориентации, которые обычно выбирают взаимоперпендикулярными. После сборки кюветы ее заполняют ЖК, который образует слой толщиной 5-20 мкм, являющейся активной средой и изменяющей свои оптические свойства (угол вращения плоскости поляризации) под действием электрического напряжения. Изменение оптических свойств регистрируется в скрещенных поляризаторах, которые обычно наклеиваются на внешних поверхностях кюветы [1].

Используемые при этом поляризаторы, основанные на пленках поливинилового спирта (ПВС), окрашенного парами иода или дихроичными красителями, обладают низкой механической прочностью и поэтому требуют специальных мер по защите от механических повреждений, которые усложняют и удорожают ЖК устройства. В результате поляризатор представляет собой сложную систему, которая содержит до 10 слоев:

- | | |
|--------------------------|--------------------------|
| 1. защитная пленка | 6. слой адгезива |
| 2. слабый адгезив | 7. вторая несущая пленка |
| 3. первая несущая пленка | 8. адгезив |
| 4. слой адгезива | 9. силиконовый слой |
| 5. поляризующая пленка | 10. пленка подложки |

При наклеивании поляризатора удаляется силиконизированная пленка (слои 9 и 10), а при сборке ЖК дисплея защитная пленка с клеем (слои 1 и 2) удаляется и может быть заменена защитным стеклом.

В результате после сборки ЖК ячейка представляет собой устройство, состоящее из более чем 20 слоев. При этом необходимо отметить, что повреждение хотя бы одного из слоев поляризатора делает его непригодным для изготовления ЖК ячейки [2].

Одним из способов защиты поляризаторов от механических повреждений является размещение их внутри кюветы. С этой целью после изготовления пластин кюветы и нанесения прозрачных электродов на пластины наносят раствор полимера, например поливинилового спирта, который может содержать иод или дихроичный краситель. Затем раствор полимера подвергают деформации сдвига, например с помощью ракеля, который продвигают вдоль поверхности пластин. При этом линейные полимерные молекулы выстраиваются вдоль движения ракеля. После удаления растворителя образующаяся ориентированная пленка ПВС, содержащая иод или дихроичный краситель, может служить одновременно и поляризатором, и ориентантом ЖК. Затем производят сборку кюветы, заполнение ее ЖК и герметизацию. Поляризатор оказывается при этом внутри ячейки и тем самым защищается от внешних механических воздействий [3].

Недостатками данного устройства являются:

- а) Низкая термостабильность, обусловленная использованием для изготовления поляризатора поливинилового спирта или других виниловых полимеров, а для прокрашивания - иода;
- б) Использование для прокрашивания полимерной пленки иода, который растворим в ЖК, приводит к уменьшению контрастности и многократному увеличению энергопотребления, что снижает срок службы устройства.

Наиболее близким по технической сущности является известное устройство, в котором поляризаторы расположены внутри ЖК ячейки [4]. Для формирования поляризатора на внутреннюю поверхность пластин после изготовления прозрачных электродов наносят гель дихроичного красителя с концентрацией 1-30 вес.%, который затем ориентируют механическим способом, например методом центрифугирования, что обеспечивает получение тонкой пленки красителя с требуемой толщиной. После удаления растворителя на поверхности пластины образуется тонкая пленка молекулярно ориентированного слоя красителя, которая служит одновременно и поляризатором, и матрицей для гомогенной ориентации ЖК и поэтому, также как в случае устройства [3], отпадает необходимость в дополнительном нанесении

ориентирующего слоя. Из полученных таким образом пластин стандартным образом собирают ЖК ячейку, заполняют ее необходимым жидким кристаллом и герметизируют.

В качестве дихроичных красителей используют красители из ряда азоксисоединений, имеющих анизотропное строение молекул, например хризофенин, бриллиантовый желтый, прямой синий 14 и т.п.

Известное устройство [4] обладает более высокой термостабильностью по сравнению с устройством [3], поскольку поляризатором является пленка, состоящая только из красителя, который обладает более высокой термоустойчивостью по сравнению с виниловыми полимерами.

Недостатками известного устройства является его недостаточная яркость и неоднородность свойств по площади, обусловленная тем, что используемые для изготовления поляризатора растворы красителей обладают недостаточной смачиваемостью поверхности.

Задачей настоящего изобретения является обеспечение повышенной яркости и высокой однородности свойств жидкокристаллического индикаторного элемента по площади.

Поставленная задача решается жидкокристаллическим индикаторным (ЖКИ) элементом, содержащим слой жидкого кристалла, размещенный между первой и второй пластинами с электродами, поляризаторами, светопреобразующими, и ориентирующими слоями, отличающимся тем, что по крайней мере один поляризатор содержит по крайней мере один анизотропно поглощающий двулучепреломляющий слой, сформированный из несимметричных смешанных солей дихроичных анионных красителей, содержащих различные катионы, и/или ассоциатов дихроичных красителей, содержащих ионногенные группы, с по крайней мере одним моном органического иона

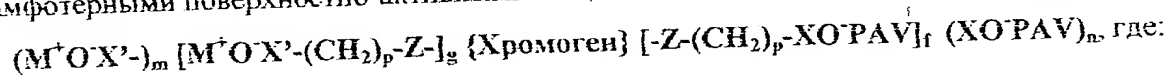
В качестве дихроичного красителя могут быть использованы красители, выбранные из класса: азокрасителей, антрахиноновых, полициклических (кубовых), индигоидных, полиметиновых, арилкарбониевых и др., относящиеся в свою очередь к разряду прямых, активных, кислотных, металлокомплексных, катионных (основных) и т.п.

По крайней мере один дихроичный краситель при этом является может быть выбран из числа красителей, способных к образованию стабильной лиотропной жидкокристаллической фазы.

По крайней мере один поляризатор заявляемого ЖКИ содержит по крайней мере один анизотропно поглощающий двулучепреломляющий слой, сформированный из ассоциатов дихроичных красителей, содержащих ионногенные группы, или их смесей по крайней мере с одним моном поверхностно-активных ионов или их смесей.

При этом по крайней мере один анизотропно поглощающий двулучепреломляющий слой по крайней мере одного поляризатора дополнительно может содержать солюбизированный краситель.

По крайней мере один поляризатор заявляемого ЖКИ содержит по крайней мере один анизотропно поглощающий двулучепреломляющий слой, сформированный из ассоциатов дихроичных анионных красителей или их смесей с поверхностно-активными катионами и/или амфотерными поверхностно-активными веществами или их смесями общей формулы (I):



- хромоген - хромофорная система красителя;

- $Z = SO_2NH, SO_2, CONH, CO, O, S, NH, CH_2$;

- $p = 1 - 10$;

- $f = 0-4$; $g = 0-9$;

- $n = 0-4$, $m = 0-9$;

- $n + f = 1-4$; $m + g = 0-9$;

- $X, X^+ = CO, SO_2, OSO_2, PO(OM^+)$;

- $M = H$; неорганический катион типа $NH_4, Li, Na, K, Cs, Mg, Ca, Ba, Fe, Ni, Co$ и т.п.; органический катион типа $RNH_3, RR'NH_2, RR'R''NH, RR'R''R^+N, RR'R''R^+P$ где $R, R', R'', R^+ =$ алкил или замещенный алкил, типа $CH_3, ClC_2H_4, HOC_2H_4, C_2H_5 - C_{10}H_{21}, C_6H_5CH_2$, замещенный фенил или гетероарил, $YH-(CH_2-CH_2Y)_k-CH_2CH_2$, $Y = O$ или NH , $k=0-10$; гетероароматический катион типа N-алкилпиридиния, N-алкилхинолиния, N-алкилимидазолиния, N-алкилтиазолиния и т.п.; K^+PAV^+ ;

- $PAV = KPAV^+, K^+PAV^+, АмПАВ$, где:

$KPAV^+$ и K^+PAV^+ - поверхностно-активные катионы,

АмПАВ - амфотерное поверхностно-активное вещество;

По крайней мере один дихроичный анионный краситель при этом может быть выбран из ряда:

- красителей, способных к образованию стабильной лиотропной жидкокристаллической фазы, например сульфокислот производных индантрона, сульфокислот производных симметричных дифенилдиимидов и дибензимидазолов нафталин-1,4,5,8-, перилена и антантрон-3,4,9,10-тетракарбоновых кислот, прямой желтый светопрозрачный О [4] и т.п.;

- прямых красителей, например, бензопурпурин 4Б (С.И. 448), С.И. прямой оранжевый 26, С.И. прямой красный 48 или 51, С.И. прямой фиолетовый 88, С.И. прямой синий 19 и др.;

- активных красителей (триазиновые, винилсульфоновые или Проционы Т), например, С.І. активный красный 1, С.І. активный желтый 1, С.І. активный синий 4 и др.;
- кислотных красителей, например, различные производные бромаминной кислоты, кислотный ярко-красный антрахиноновый Н8С, ярко-синий антрахиноновый, кислотный зеленый антрахиноновый Н2С, кислотный зеленый антрахиноновый Н4Ж, С.І. кислотный красный 138, С.І. кислотный желтый 135, С.І. кислотный красный 87, С.І. кислотный черный 1 и др.;
- из ряда сульфокислот полициклических красителей, например, несимметричных фенилиминов и бензимидазолов нафталин-1,4,5,8-, перилеи- и антантрон-3,4,9,10-тетракарбоновых кислот, дисульфокислот производных индиго, тиюиндиго или хинакридона [5] и другие сульфокислоты на основе кубовых красителей и пигментов;
- люминесцентных красителей.

По крайней мере один поляризатор заявляемого ЖКИ содержит по крайней мере один анизотропно поглощающий двулучепреломляющий слой, сформированный из ассоциатов дихронных катионных красителей или их смесей с поверхностно-активными анионами и/или амфотерными поверхностно-активными веществами или их смесями общей формулы (II):

$(M^+O^+X^-)_m [M^+O^+X^-(CH_2)_p-Z]_g \{X\text{ромоген}^+\} PAV$ где:

- $Z = SO_2NH, SO_2, CONH, CO, O, S, NH, CH_2$;

- $p = 1 - 10$;

- $g = 0 - 1$;

- $m = 0 - 1$;

- $m + g = 1$;

- $X = CO, SO_2, OSO_2, PO(O^+M^+)$;

$M = H$; неорганический катион типа $NH_4, Li, Na, K, Cs, Mg, Ca, Ba, Fe, Ni, Co$ и т.п.; органический катион типа $RNH_3, RR'NH_2, RR'R''NH, RR'R''R^*N, RR'R''R^*P$ где $R, R', R'', R^* =$ алкил или замещенный алкил, типа $CH_3, ClC_2H_4, HOC_2H_4, C_2H_5 - C_{10}H_{21}, C_6H_5CH_2$, замещенный фенил или гетероарил, $YH-(CH_2-CH_2Y)_k-CH_2CH_2$, $Y = O$ или NH , $k=0-10$; гетероароматический катион типа N-алкилпиридиния, N-алкилхинолиния, N-алкилимидазолиния, N-алкилтиазолиния и т.п.; $KPAV^+$ (поверхностно активный катион);

- $PAV = AПAB^-, АмПAB$, где: $AПAB^-$ - поверхностно-активный анион, $АмПAB$ - амфотерное поверхностно-активное вещество;

По крайней мере один поляризатор заявляемого ЖКИ содержит по крайней мере одно поляризующее покрытие, представляющее собой анизотропно поглощающий

двулучепреломляющий слой ассоциатов дихроичных катионных красителей или их смесей с поверхностно-активными анионами или их смесями общей формулы (III):

{Хромоген} $[-Z-(CH_2)_p - X^+RR'R'' PAV]_n$, где:

- Хромоген - хромофорная система красителя;
- $Z = SO_2NH, SO_2, CONH, CO, O, S, NH, CH_2$;
- $p = 1-10$;
- $X = N, P$;
- $R, R', R'' =$ алкил или замещенный алкил, типа $CH_3, ClC_2H_4, HOC_2H_4, C_2H_5, C_3H_7$;
- $PAV = AПAB^+, АмПAB$, где: $AПAB^+$ - поверхностно активный анион, $АмПAB$ - амфотерное поверхностно-активное вещество;
- $n = 1-4$.

При этом по крайней мере один дихроичный катионный краситель может быть выбран из ряда:

- люминесцентных красителей;
- полиметиновых (цианиновых, гемицианиновых и т.п.) красителей;
- арилкабониевых красителей;
- гетероциклических производных ди- и триарилфенилметанов (тиопираниновых, пирониновых, акридиновых, оксазиновых, тиазиновых, ксантеновых, азиновых и т.п. красителей).

По крайней мере один поляризатор заявляемого ЖКИ может содержать по крайней мере один анизотропно поглощающий двулучепреломляющий слой, сформированный из органических солей дихроичных анионных красителей общей формулы:

{Хромоген}-(XO^+M^+) $_n$, где

- Хромоген - хромофорная система красителя;
- $X = CO, SO_2, OSO_2, OPO(O^+M^+)$;
- $M = RR'NH_2; RR'R''NH; RR'R''R^+N; RR'R''R^+P$ при:
 $R, R', R'', R^+ = CH_3, ClC_2H_4, C_2H_5, C_3H_7, C_4H_9, C_6H_5CH_2$,
замещенный фенил или гетероарил;
 $YH-(CH_2-CH_2Y)_m-CH_2CH_2$, $Y = O$ или NH , $m=0-5$;
 N -алкилпиридиний катион, N -алкилхинолиний катион,
 N -алкилимидазолиний катион, N -алкилтиазолиний катион;
 $n = 1-7$.

По крайней мере один поляризатор заявляемого ЖКИ содержит по крайней мере один анизотропно поглощающий двулучепреломляющий слой, сформированный из несимметричных солей дихроичных анионных красителей общей формулы (IV):

$(M_1^+ OX'^-)_m [M_1^+ OX'^-(CH_2)_p-Z]_g \{ \text{Хромоген} \} [-Z-(CH_2)_p-XO^- M^+]_f (-XO^- M^+)_n$, где:

- Хромоген - хромофорная система красителя;

- $Z = SO_2NH, SO_2, CONH, CO, O, S, NH, CH_2$;

- $p = 1 - 10$;

- $f = 0-9$; $g = 0-9$;

- $n = 0-9$, $m = 0-9$,

- $n + f = 1-10$; $m + g = 1-10$;

- $X, X' = CO, SO_2, OSO_2, PO(O^-M^+)$;

- $M \neq M_1, M, M_1 = H$; неорганический катион типа $NH_4, Li, Na, K, Cs, Mg, Ca, Ba, Fe, Ni, Co$ и т.п.; органический катион типа $RNH_3, RR'NH_2, RR'R''NH, RR'R''R^*N, RR'R''R^*P$ где R, R', R'', R^* = алкил или замещенный алкил, типа $CH_3, ClC_2H_4, HOC_2H_4, C_2H_5, C_3H_7, C_4H_9, C_6H_5CH_2$, замещенный фенил или гетероарил, $YH-(CH_2-CH_2Y)_k-CH_2CH_2-$, $Y = O$ или NH , $k=0-10$; гетероароматический катион типа N-алкилпиридиния, N-алкилхинолиния, N-алкилимидазолиния, N-алкилтиазолиния и т.п.; или их смесей.

Для обеспечения необходимых физико-механических, адгезионных, выравнивающих и др. свойств, по крайней мере одно поляризующее покрытие оптического поляризатора ЖКИ дополнительно содержит модификатор, в качестве которого могут быть гидрофильные и/или гидрофобные полимеры различного типа, включая жидкокристаллические, кремнийорганические; пластификаторы и лаки, включая кремнийорганические, а также неионогенные поверхностно-активные вещества. Введение модификатора, которое может быть осуществлено как на стадии образования ЛЖК фазы, так и за счет обработки уже полученного поляризатора позволяет также уменьшить рассеяние света, которое возможно из-за наличия микродефектов в поляризующем покрытии.

По крайней мере один анизотропно поглощающий двулучепреломляющий слой по крайней мере одного поляризатора заявляемого ЖКИ имеет толщину, при которой реализуется интерференционный экстремум на выходе оптического поляризатора по крайней мере для одной линейно-поляризованной компоненты света.

Толщина по крайней мере одного анизотропно поглощающего двулучепреломляющего слоя по крайней мере одного поляризатора заявляемого ЖКИ удовлетворяет условию получения на

выходе оптического поляризатора интерференционного минимума для одной линейно-поляризованной компоненты света и, одновременно, интерференционного максимума для другой ортогональной линейно-поляризованной компоненты света.

По крайней мере один поляризатор заявляемого ЖКИ является многослойным и содержит по крайней мере два слоя, по крайней мере один из которых является анизотропно поглощающим двулучепреломляющим слоем, а другой слой - оптически изотропный, причем один показатель преломления двулучепреломляющего слоя максимально отличается от показателя преломления оптически изотропного слоя, а другой показатель преломления анизотропно поглощающего двулучепреломляющего слоя совпадает или максимально близок с показателем преломления оптически изотропного слоя.

Предпочтительным является жидкокристаллический индикаторный элемент, отличающийся тем, что по крайней мере один поляризатор является многослойным и содержит по крайней мере два слоя, по крайней мере один из которых является анизотропно поглощающим двулучепреломляющим слоем, а другой слой - оптически изотропный, причем один показатель преломления двулучепреломляющего слоя максимально отличается от показателя преломления оптически изотропного слоя, а другой показатель преломления анизотропно поглощающего двулучепреломляющего слоя совпадает или максимально близок с показателем преломления оптически изотропного слоя.

Более предпочтительным является жидкокристаллический индикаторный элемент, отличающийся тем, что по крайней мере один поляризатор является многослойным и содержит по крайней мере два различных двулучепреломляющих слоя, по крайней мере один из которых анизотропно поглощающий, причем первый показатель преломления анизотропно поглощающего двулучепреломляющего слоя максимально отличается от первого показателя преломления другого двулучепреломляющего слоя, а второй показатель преломления анизотропно поглощающего двулучепреломляющего слоя совпадает или максимально близок со вторым показателем преломления другого двулучепреломляющего слоя.

Другим вариантом является жидкокристаллический индикаторный элемент, отличающийся тем, что по крайней мере на одну сторону поляризатора дополнительно нанесено светоотражающее покрытие, которое, например, выполнено металлическим.

Вариантом является жидкокристаллический индикаторный элемент, отличающийся тем, что по крайней мере на одной из пластин дополнительно сформирован двулучепреломляющий слой, который расположен между слоем жидкого кристалла или

другими слоями, отделяющими его от слоя жидкого кристалла, и поляризатором или другими слоями, нанесенными на поляризатор.

Другой вариант жидкокристаллического индикаторного элемента отличается тем, что на одной из пластин дополнительно сформирован слой из цветных элементов, который расположен между поляризатором и пластиной.

Предпочтителен жидкокристаллический индикаторный элемент, отличающийся тем, что по крайней мере один анизотропно поглощающий двулучепреломляющий слой по крайней мере одного поляризатора выполнен в виде элементов, различающихся величиной фазовой задержки и/или направлением оси поляризации.

Более предпочтителен жидкокристаллический индикаторный элемент, отличающийся тем, что сформированный на одной из пластин поляризатор состоит по крайней мере из двух анизотропно поглощающих двулучепреломляющих слоев разного цвета с взаимно перпендикулярным направлением осей поляризации, нанесенных один на другой или на разделяющие их промежуточные слои, а на другой пластине поляризатор представляет собой анизотропно поглощающий двулучепреломляющий слой серого цвета с направлением оси поляризации, совпадающим с направлением оси поляризации одного из анизотропно поглощающих двулучепреломляющих слоев на первой пластине.

Предпочтителен также жидкокристаллический индикаторный элемент, отличающийся тем, что между подложкой и по крайней мере одним из поляризаторов дополнительно нанесен ориентирующий слой, который может быть сформирован как из неорганических материалов, так и на основе различных полимеров.

Другим вариантом является жидкокристаллический индикаторный элемент, отличающийся тем, что по крайней мере на одной из пластин по крайней мере один анизотропно поглощающий двулучепреломляющий слой по крайней мере одного поляризатора размещен на прозрачном электроде или между пластиной и электродом или на диэлектрической пленке, покрывающей прозрачный электрод, или между ориентирующим жидкий кристалл слоем, и электродом или между ориентирующим жидкий кристалл слоем, и диэлектрическим подслоем, покрывающим электрод, или на обратной стороне пластин.

Предпочтителен жидкокристаллический индикаторный элемент, отличающийся тем, что на одной пластине сформировано диффузно отражающее покрытие, которое может являться одновременно электродом, а по крайней мере один анизотропно поглощающий двулучепреломляющий слой расположен непосредственно на отражающем покрытии или на

диэлектрическом подслое, нанесенном на отражающее покрытие, или между ориентирующим жидкий кристалл слое и другими слоями, нанесенными на отражающее покрытие.

Существенными отличиям в заявляемом жидкокристаллическом индикаторном элементе является то, что по крайней мере один поляризатор содержит по крайней мере один анизотропно поглощающий двулучепреломляющий слой, сформированный из несимметричных солей дихроичных анионных красителей, содержащих различные катионы, и/или ассоциатов дихроичных красителей, содержащих ионногенные группы, с по крайней мере одним молекулом органического иона.

Использование ассоциатов дихроичных красителей, содержащих ионногенные группы, с по крайней мере одним молекулом органического, особенно поверхностно-активного иона для формирования анизотропно поглощающего двулучепреломляющего слоя обеспечивает хорошую ориентирующую способность поляризатора при внутреннем его расположении в ЖКИ, что избавляет от необходимости нанесения дополнительных ориентирующих ЖК слоев. Причем варьированием структуры органического иона можно менять ориентирующую и смачивающую способность растворов при изготовлении поляризатора, что имеет большое значение при изготовлении ЖКИ различных типов.

Кроме того наличие малоподвижных органических ионов в поляризующих покрытиях обеспечивает низкую электропроводность, что в свою очередь снижает энергопотребление и тем самым увеличивает срок службы жидкокристаллических устройств. При этом отпадает необходимость в нанесении дополнительных изолирующих слоев при внутреннем расположении поляризаторов.

Использование несимметричных смешанных солей дихроичных анионных красителей и/или ассоциатов дихроичных красителей, содержащих ионногенные группы, с по крайней мере одним молекулом органического иона для формирования анизотропно поглощающего двулучепреломляющего слоя обеспечивает также формирование высокоэффективных бездефектных однородных поляризаторов, разнотолщинность которых не превышает 5%.

Это обусловлено тем, что применение указанных материалов позволяет регулировать гидрофобно-гидрофильный баланс с молекуле дихроичного красителя, что имеет большое значение для образования лиотропной жидкокристаллической (ЛЖК) фазы. Так, создание определенного гидрофобно-гидрофильного баланса является одним из условий образования из таких молекул красителя надмолекулярных агрегатов, при достижении определенной концентрации которых раствор переходит в упорядоченное жидкокристаллическое состояние.

Помимо воздействия на гидрофильно-гидрофобный баланс природа поверхностно-активного вещества оказывает сильное влияние на растворимость ассоциатов в различных растворителях, что в свою очередь безусловно влияет и на размер агрегатов, и на процесс образования ЛЖК фазы.

Таким образом, варьирование двух факторов - гидрофильно-гидрофобного баланса и растворимости несимметричных солей дихроичных анионных красителей, содержащих различные катионы, и/или ассоциатов дихроичных красителей, содержащих ионногенные группы, с по крайней мере одним молекулярным органическим ионом позволяет регулировать как процесс образования, так и тип ЛЖК фазы. От этого в свою очередь зависит и степень молекулярной упорядоченности и, следовательно, поляризационные характеристики, в частности дихроичное отношение в поляризаторе, образуемого после нанесения ЛЖК композиции на поверхность подложки с последующим удалением растворителя. В свою очередь высокие поляризационные характеристики и однородность поляризаторов обеспечивают высокую яркость и однородность по площади ЖКИ элемента.

Варьированием гидрофильно-гидрофобного баланса несимметричных смешанных солей дихроичных анионных красителей и/или ассоциатов дихроичных красителей, содержащих ионногенные группы, с по крайней мере одним молекулярным органическим ионом можно регулировать растворимость в воде и органических растворителях, что имеет большое значение при нанесении очень тонких анизотропно поглощающих двулучепреломляющих слоев с регулируемой толщиной. Последнее имеет большое значение для изготовления заявляемых ЖКИ с использованием поляризаторов интерференционного типа.

Использование в качестве поляризатора по крайней мере одного ультратонкого (0.01-1.5 мкм) анизотропно поглощающего двулучепреломляющего слоя с высокой поляризационной эффективностью обеспечивает высокую яркость и однородность по площади заявляемого ЖКИ.

Разнообразие цветовых решений заявляемого ЖКИ обеспечивается за счет использования для изготовления поляризаторов самых различных дихроичных красителей, что становится возможным за счет применения несимметричных солей и/или ассоциатов с органическим ионом, варьированием как и количества, так и вида которого можно регулировать гидрофильно-липофильные свойства ассоциатов, что имеет важное значение при изготовлении композиций для нанесения слоев.

Преимуществами интерференционных поляризаторов на основе анизотропно поглощающих двулучепреломляющих слоев являются высокая яркость и однородность по

площади заявляемого ЖКИ, а также большой угол обзора и отсутствие тени при работе на отражение.

Варьированием красителей в ЛЖК композиции можно создавать ЖК устройства с различным цветом, в том числе и серым. Серый цвет может быть получен также и при послойном нанесении поляризаторов желтого, красного и синего цветов при формировании их на пластинах кюветы.

Использование ЛЖК композиций для формирования поляризаторов дает возможность изготавливать как монохромные, так и цветные ЖК индикаторы и дисплеи. Для этой цели могут быть использованы различные способы нанесения поляризаторов, например методом глубокой печати или флексо-печати на полиграфическом оборудовании.

Для достижения высокой яркости и контрастности изображения в предлагаемом устройстве, предназначенном для изготовления дисплеев высокого разрешения, можно использовать при формировании поляризаторов дополнительных ориентирующих и просветляющих слоев, которые можно наносить на том же самом оборудовании, что и поляризатор.

Применение в качестве поляризаторов поляризующих покрытий (ПП) не исключает использование традиционных пленочных поляризационных пленок, в частности иодных поляризаторов на основе ПВС. Например, комбинация внутреннего ПП, нанесенного на 1-ю пластину с иодным отражательным или пропускающим поляризатором, наклеенным на внешнюю сторону второй пластины, позволяет создать устройство, имеющее высокую яркость и контрастность изображения и не требующее дополнительного стекла, которое обычно используется для защиты поляризатора, наклеенного на внешнюю сторону первого стекла.

Кроме того, с использованием поляризующих покрытий могут быть изготовлены ЖК индикаторные элементы с внешним расположением поляризаторов. Для этого ПП наносится на прозрачную изотропную полимерную пленку, после чего полученный пленочный поляризатор наклеивается на внешнюю сторону пластин. При этом необходимо отметить, что полученное ЖК устройство содержит гораздо меньше слоев по сравнению с ЖК устройством с традиционными поляризаторами на основе пленок ПВС.

Использование в качестве поляризатора в заявляемом ЖКИ по крайней мере одного анизотропно поглощающего двулучепреломляющего слоя, сформированного из несимметричных смешанных солей дихроичных анионных красителей и/или ассоциатов дихроичных красителей, содержащих ионогенные группы, или их смесей с по крайней мере одним молекул поверхностно-активных ионов или их смесей позволяет получать черно-белые и

многоцветные ЖКИ различного вида, обладающие высокой яркостью и однородностью по площади.

Примеры заявляемых ЖКИ элементов в наиболее типичных конфигурациях показаны на фиг.1-6. На фиг.1 схематически изображена элемент пропускающего типа на основе обычного твист - нематика, на фиг.2 - схематическое изображение ЖКИ элемента пропускающего типа на основе обычного твист - нематика с другим расположением поляризующего слоя и электродов, на фиг.3 - схематическое изображение ЖК индикатора отражающего типа на основе обычного твист-нематика и на фиг.4 - схематическое изображение ЖК индикатора пропускающего типа на основе супертвист - нематика, на фиг. 5 - схематическое изображение ЖК индикатора с эффектом переключения цвета и на фиг. 6 - схематическое изображение матричного цветного ЖК индикатора.

Изображенный на фиг.1 ЖК индикатор состоит из двух пластин 1 и 2, которые могут быть изготовлены из стекла, пластика или другого жесткого или гибкого прозрачного материала. На внутренние поверхности этих пластин, обращенные к слою нематического жидкого кристалла 3, нанесены прозрачные электроды 4, 5. Поверх прозрачных электродов нанесены изолирующие пленки 6, 7 из полимера или другого материала, которая сглаживает рельеф и придает всей поверхности пластины однородные свойства. Поляризующие покрытия 8, 9 наносятся на эти пленки и ориентированы осями пропускания на пластинах 1 и 2 взаимно перпендикулярно. При этом поляризующие покрытия сами являются ориентантами для молекул нематического жидкого кристалла.

На фиг.2 показан другой вариант пропускающего ЖК индикатора, в котором на поверхность пластин 1 и 2 вначале нанесены поляризующие покрытия 8, 9, защищенные пленками 6, 7, и потом уже размещены прозрачные электроды 4, 5. Поверх электродов наносятся пленки 10, 11, ориентирующие ЖК нематик. В этой конструкции обеспечивается требуемая для поляризующего покрытия ровность поверхности и его изоляция от слоя жидкого кристалла, что гарантирует непопадание в него ионов или молекул других веществ, которые могут содержаться в поляризующем покрытии.

В отражательном варианте ЖК индикатора (фиг.3) вторая пластина может быть как из прозрачного, так и непрозрачного материала, например, из кристаллического кремния. На ней формируется диффузно отражающий слой 12. Отражающий слой может быть получен нанесением на алюминиевое зеркало пленки полимера, содержащего частицы произвольной или определенной формы и размера с показателем преломления, отличным от показателя

преломления полимера, нанесением пленки полимера, содержащей взвесь алюминиевой пудры или другого материала, хорошо отражающего свет, или созданием рельефа на поверхности пластины, на который затем наносится отражающий слой 12, например, пленка алюминия. Рельеф можно формировать путем обработки поверхности абразивным материалом, гравирования, тиснения, нанесения полимерной пленки, содержащей частицы определенной формы и размера, или селективного травления через маску поверхности самой пластины или нанесенной на нее пленки полимера или другого материала. Пленка алюминия может одновременно служить сплошным электродом. Вытравливая методами фотолитографии узкую полосу алюминия по заданному контуру шириной 10- 100 мкм, можно получить электроды необходимой конфигурации, например, матрицы прямоугольников для плоских матричных экранов дисплеев, сохраняя общий отражательный фон по всему рабочему полю индикатора. Поляризующее покрытие наносится непосредственно на отражающее покрытие или выравнивающий и изолирующий подслой, который формируют на отражателе.

Если отражающий слой по каким-либо причинам нельзя использовать в качестве электрода или он изготовлен из непроводящего материала, то в этом случае электроды наносят на изолирующий подслой или непосредственно на отражатель. В качестве изолирующего слоя можно использовать полимерную пленку, окись алюминия, окись кремния или другие диэлектрические материалы. При этом поляризующее покрытие может быть нанесено как на отражатель, так и на электроды.

Для цветовой компенсации в пропускающем варианте ЖК индикаторов с сильно закрученным нематиком 3 вводится дополнительный оптически анизотропный слой 13 с заданной оптической толщиной, размещенный на второй пластине (фиг.4). Он может быть расположен непосредственно на поляризующем покрытии 9 или на слоях 7, 5 или 11 (фиг.2), нанесенных на него. Оптически анизотропный слой формируется путем нанесения пленки полимера или ЖК полимера с ориентацией молекул в заданном направлении под действием электромагнитных сил или за счет механического растяжения во время нанесения слоя или после его нанесения. Кроме этого возможно использование фотоанизотропного материала, который позволяет получать анизотропные пленки с определенными разностью оптического хода и направлением осей эллипсоида двойного лучепреломления путем фотополимеризации материала пленки поляризованным светом [5].

В отражательном варианте ЖК индикатора с супертвист-нематиком могут потребоваться два дополнительных оптически анизотропных слоя, расположенных на обеих пластинах между

поляризаторами. Они могут быть нанесены непосредственно на поляризующие покрытия или на слои, нанесенные на них.

Используя методы фотолитографии или печатную технику нанесения красителей и применяя красители разных цветов можно получить поляризующий слой, который имеет области с различной окраской, что расширяет информационные и эргономические возможности индикатора.

Свойство переключателя цвета придает ЖК ячейке и нанесение на одну из пластин ПП нейтрального серого цвета, а на другую - двух ПП 9 и 9' (фиг. 5) непосредственно одно на другое или через разделяющий их непоглощающий слой 14. При этом ПП 9 и 9' имеют разный цвет и взаимно перпендикулярное направление осей поляризации.

Расположение поляризующих элементов внутри ячейки позволяет реализовать и цветной вариант матричного ЖК индикатора (фиг. 6). В одном из вариантов ПП наносится непосредственно на цветную матрицу 15, которая расположена на матрице прозрачных электродов 5 или на подслой 7.

Цветная матрица или рисунок могут быть изготовлены путем напыления через фоторезистивную маску с селективным прокрашиванием слоя полимера соответствующим красителем или нанесением слоя красителя методом трафаретной печати или другими способами печати. Очевидно, что расположение поляризатора и цветной матрицы относительно друг друга не принципиально и определяется технологическими факторами нанесения слоев.

Принцип действия ЖК индикатора с поляризующими элементами, расположенными внутри ячейки рассмотрим на примере пропускающего варианта ЖК индикатора на основе закрученного на 90° нематика (фиг. 1). Неполаризованный световой поток падает на индикатор со стороны первой пластины. После прохождения через подложку 1, прозрачный электрод 4 и выравнивающий подслой 6 свет поляризуется при прохождении через поляризующее покрытие 8. Если напряжение на электродах отсутствует, поляризованный свет проходит через слой жидкого кристалла 3, поворачивая свою плоскость поляризации на 90° , и проходит без ослабления через второй поляризующий слой 9, подслой 7, прозрачный электрод 5 и пластину 2. При этом область электродов будет выглядеть светлой. При подаче напряжения на электроды под действием электрического поля закрученная форма нематика переходит в гомеотропную, в которой оптическая ось нематика ориентируется перпендикулярно плоскости пластин 1 и 2, и он перестает вращать плоскость поляризации проходящего через него света. Это означает, что при прохождении света через слой нематика заданное поляризатором 8

направление плоскости поляризации света не изменится и будет на выходе из нематика 3 перпендикулярно направлению поляризации второго поляризатора 9. При прохождении света через поляризатор 9 свет поглощается и эта область будет на просвет выглядеть темной. В тех областях индикатора, где нет электродов, всегда сохраняется закрученная форма нематика и эти области выглядят всегда светлыми. Использование поляризатора с по крайней мере одним анизотропно поглощающим двулучепреломляющим слоем, сформированным из несимметричных смешанных солей дихроичных анионных красителей, содержащих различные катионы, и/или ассоциатов дихроичных красителей, содержащих ионногенные группы, с по крайней мере одним молекулом органического иона, увеличивает яркость ЖКИ элемента и повышает однородность свойств жидкокристаллического индикаторного элемента по площади.

Так как при отражении света направление плоско поляризованного света не изменяется, в отражательном типе индикаторов принцип действия сохраняется таким же. Разница заключается только в том, что свет не проходит через подложку 2, а через все оставшиеся элементы проходит два раза.

В случае ЖК индикатора на основе супертвист нематика (фиг.4) свет, плоско поляризованный первым поляризатором 8, проходит через сильно закрученный нематик и преобразуется в эллиптически поляризованный. При этом он приобретает определенную окраску из-за зависимости оптической разницы хода от длины волны. Оптически анизотропный слой компенсирует окраску проходящего через него света так, что на выходе из ячейки он становится неокрашенным или наоборот - позволяет получить нужную окраску за счет соответствующей исходной ориентации осей ПП относительно друг друга и анизотропного слоя и толщины анизотропного слоя. При подаче напряжения на электродные элементы жидкий кристалл преобразуется из закрученного состояние в одноосное и перестает вращать плоскость поляризации света. Поэтому свет проходит через него без изменения направления плоскости поляризации. При прохождении через анизотропный слой свет приобретает круговую или эллиптическую поляризацию и после выхода через второй полярирующий слой имеет окраску, дополнительную к окраске в невключенном состоянии. Использование поляризатора с по крайней мере одним анизотропно поглощающим двулучепреломляющим слоем, сформированным из несимметричных смешанных солей дихроичных анионных красителей, содержащих различные катионы, и/или ассоциатов дихроичных красителей, содержащих ионногенные группы, с по крайней мере одним молекулом органического иона, увеличивает яркость ЖКИ элемента и повышает однородность свойств жидкокристаллического индикаторного элемента по площади.

Действие переключателя света поясняется на фиг. 5. После прохождения через первый поляризующий слой 8 свет в невключенном режиме проходит через нематик с поворотом плоскости поляризации на 90° и проходит поляризующий слой 9', ось которого ориентирована перпендикулярно оси первого поляризующего покрытия 8 и поглощается вторым слоем дихроичного поляризатора 9, направление оси поляризации которого перпендикулярно оси слоя 9'. При включении ячейки направление плоскости поляризации света при прохождении через ЖК не изменяется и свет поглощается дихроичным поляризатором 9' и окрашивается в другой цвет. Использование поляризатора с по крайней мере одним анизотропно поглощающим двулучепреломляющим слоем, сформированным из несимметричных смешанных солей дихроичных анионных красителей, содержащих различные катионы, и/или ассоциатов дихроичных красителей, содержащих ионногенные группы, с по крайней мере одним молекулом органического иона, увеличивает яркость ЖКИ элемента и повышает однородность цвета жидкокристаллического индикаторного элемента по площади.

В случае матричного цветного ЖК индикатора (фиг. 6) свет проходит при невключенном элементе через поляризатор 8, через ЖК, через второй нейтральный поляризатор 9 и селективно поглощается красителем 14. Элемент при этом выглядит окрашенным в соответствующий цвет. При включении элемента свет поляризуется поляризатором 8, проходит без поворота плоскости поляризации через слой ЖК и блокируется поляризатором 9. В результате этот элемент выглядит темным.

Таким образом, применение жидкокристаллического индикаторного элемента, содержащего слой жидкого кристалла, размещенный между первой и второй пластинами с электродами, поляризаторами, светопреобразующими, и ориентирующими слоями, отличающегося тем, что по крайней мере один поляризатор содержит по крайней мере один анизотропно поглощающий двулучепреломляющий слой, сформированный из несимметричных солей дихроичных анионных красителей, содержащих различные катионы, и/или ассоциатов дихроичных красителей, содержащих ионногенные группы, с по крайней мере одним молекулом органического иона, позволяет изготавливать как цветные, так и монохромные ЖКИ и дисплеи, разновидности которого не ограничиваются перечисленными выше вариантами и отличающиеся повышенной яркостью и высокой однородностью свойств по площади.

ФОРМУЛА ИЗОБРЕТЕНИЯ

1. Жидкокристаллический индикаторный элемент, содержащий слой жидкого кристалла, размещенный между первой и второй пластинами с электродами, поляризаторами, светопреобразующими, и ориентирующими слоями, отличающийся тем, что по крайней мере один поляризатор содержит по крайней мере один анизотропно поглощающий двулучепреломляющий слой, сформированный из несимметричных смешанных солей дихроичных анионных красителей, содержащих различные катионы, и/или ассоциатов дихроичных красителей, содержащих ионногенные группы, с по крайней мере одним молекулом органического иона.

2. Жидкокристаллический индикаторный элемент согласно п.1, отличающийся тем, что по крайней мере один анизотропно поглощающий двулучепреломляющий слой имеет толщину, при которой реализуется интерференционный экстремум на выходе оптического поляризатора по крайней мере для одной линейно-поляризованной компоненты света.

3. Жидкокристаллический индикаторный элемент согласно п.1, отличающийся тем, что толщина по крайней мере одного анизотропно поглощающего двулучепреломляющего слоя удовлетворяет условию получения на выходе оптического поляризатора интерференционного минимума для одной линейно-поляризованной компоненты света и, одновременно, интерференционного максимума для другой ортогональной линейно-поляризованной компоненты света.

4. Жидкокристаллический индикаторный элемент согласно п.1, отличающийся тем, что по крайней мере один поляризатор является многослойным и содержит по крайней мере два слоя, по крайней мере один из которых является анизотропно поглощающим двулучепреломляющим слоем, а другой слой - оптически изотропный, причем один показатель преломления двулучепреломляющего слоя максимально отличается от показателя преломления оптически изотропного слоя, а другой показатель преломления анизотропно поглощающего двулучепреломляющего слоя совпадает или максимально близок к показателю преломления оптически изотропного слоя.

5. Жидкокристаллический индикаторный элемент согласно п.1, отличающийся тем, что по крайней мере один поляризатор является многослойным и содержит по крайней мере два различных двулучепреломляющих слоя, по крайней мере один из которых анизотропно поглощающий, причем первый показатель преломления анизотропно поглощающего

двулучепреломляющего слоя максимально отличается от первого показателя преломления другого двулучепреломляющего слоя, а второй показатель преломления анизотропно поглощающего двулучепреломляющего слоя совпадает или максимально близок со вторым показателем преломления другого двулучепреломляющего слоя.

6. Жидкокристаллический индикаторный элемент согласно п.1, отличающийся тем, что по крайней мере на одну сторону поляризатора дополнительно нанесено светоотражающее покрытие.

7. Жидкокристаллический индикаторный элемент согласно п.6, отличающийся тем, что светоотражающее покрытие выполнено металлическим.

8. Жидкокристаллический индикаторный элемент согласно п.1, отличающийся тем, что на по крайней мере на одной из пластин дополнительно сформирован двулучепреломляющий слой, который расположен между слоем жидкого кристалла или другими слоями, отделяющими его от слоя жидкого кристалла, и поляризатором или другими слоями, нанесенными на поляризатор.

9. Жидкокристаллический индикаторный элемент согласно п. 1, отличающийся тем, что на одной из пластин дополнительно сформирован слой из цветных элементов, который расположен между поляризатором и пластиной.

10. Жидкокристаллический индикаторный элемент согласно п. 1, отличающийся тем, что по крайней мере один анизотропно поглощающий двулучепреломляющий слой по крайней мере одного поляризатора выполнен в виде элементов, различающихся величиной фазовой задержки и/или направлением оси поляризации.

11. Жидкокристаллический индикаторный элемент согласно п. 1, отличающийся тем, что сформированный на одной из пластин поляризатор состоит по крайней мере из двух анизотропно поглощающих двулучепреломляющих слоев разного цвета с взаимно перпендикулярным направлением осей поляризации, нанесенных один на другой или на разделяющие их промежуточные слои, а на другой пластине поляризатор представляет собой анизотропно поглощающий двулучепреломляющий слой серого цвета с направлением оси поляризации, совпадающим с направлением оси поляризации одного из анизотропно поглощающих двулучепреломляющих слоев на первой пластине.

12. Жидкокристаллический индикаторный элемент согласно п.1, отличающийся тем, что между подложкой и по крайней мере одним из поляризаторов дополнительно нанесен ориентирующий слой, который может быть сформирован как из неорганических материалов, так и на основе различных полимеров.

13. Жидкокристаллический индикаторный элемент согласно п.1, отличающийся тем, что по крайней мере на одной из пластин по крайней мере один анизотропно поглощающий двулучепреломляющий слой по крайней мере одного поляризатора размещен на прозрачном электроде или между пластиной и электродом или на диэлектрической пленке, покрывающей прозрачный электрод, или между ориентирующим жидкий кристалл слоем, и электродом или между ориентирующим жидкий кристалл слоем, и диэлектрическим подслоем, покрывающим электрод, или на обратной стороне пластин.

14. Жидкокристаллический индикаторный элемент согласно п.1, отличающийся тем, что на одной пластине сформировано диффузно отражающее покрытие, которое может являться одновременно электродом, а по крайней мере один анизотропно поглощающий двулучепреломляющий слой расположен непосредственно на отражающем покрытии или на диэлектрическом подслое, нанесенном на отражающее покрытие, или между ориентирующим жидкий кристалл слое и другими слоями, нанесенными на отражающее покрытие.

15. Жидкокристаллический индикаторный элемент согласно п.1, отличающийся тем, что по крайней мере один анизотропно поглощающий двулучепреломляющий слой по крайней мере одного поляризатора дополнительно содержит модификатор, в качестве которого могут быть гидрофильные и/или гидрофобные полимеры различного типа, включая жидкокристаллические и кремнийорганические, пластификаторы и лаки, включая кремнийорганические, а также неионногенные поверхностно-активные вещества.

16. Жидкокристаллический индикаторный элемент согласно п.1, отличающийся тем, что анизотропно поглощающий двулучепреломляющий слой содержит дихроичный краситель, выбранный из ряда красителей, способных к образованию лиотропной жидкокристаллической фазы.

17. Жидкокристаллический индикаторный элемент согласно п. 1, отличающийся тем, что по крайней мере один поляризатор содержит по крайней мере один анизотропно поглощающий двулучепреломляющий слой, сформированный из ассоциатов дихроичных красителей, содержащих ионногенные группы, или их смесей по крайней мере с одним молекул поверхностно-активных ионов или их смесей.

18. Жидкокристаллический индикаторный элемент согласно п.1, отличающийся тем, что по крайней мере один поляризатор содержит по крайней мере один анизотропно поглощающий двулучепреломляющий слой, сформированный из ассоциатов дихроичных анионных красителей или их смесей с поверхностно-активными катионами и/или амфотерными поверхностно-активными веществами или их смесями общей формулы:

$(M_1^+O^{\cdot}X')_m [M_1^+O^{\cdot}X'-(CH_2)_p-Z]_g \{ \text{Хромоген} \} [-Z-(CH_2)_p-XO^{\cdot}M^+]_f (-XO^{\cdot}M^+)_n$, где:

- Хромоген - хромофорная система красителя;

- $Z = SO_2NH, SO_2, CONH, CO, O, S, NH, CH_2$;

- $p = 1 - 10$;

- $f = 0-9$; $g = 0-9$;

- $n = 0-9, m = 0-9$,

- $n + f = 1-10$; $m + g = 1-10$;

- $X, X' = CO, SO_2, OSO_2, PO(O^{\cdot}M^+)$;

- $M \neq M_1, M, M_1 = H$; неорганический катион типа $NH_4, Li, Na, K, Cs, Mg, Ca, Ba, Fe, Ni, Co$ и т.п.; органический катион типа $RNH_3, RR'NH_2, RR'R''NH, RR'R''R^*N, RR'R''R^*P$ где $R, R', R'', R^* =$ алкил или замещенный алкил, типа $CH_3, ClC_2H_4, HOC_2H_4, C_2H_5, C_3H_7, C_4H_9, C_6H_5CH_2$, замещенный фенил или гетероарил, $YH-(CH_2-CH_2Y)_k-CH_2CH_2$, $Y = O$ или $NH, k=0-10$; гетероароматический катион типа N-алкилпиридиния, N-алкилхинолиния, N-алкилимидазолиния, N-алкилтиазолиния и т.п.;

или их смесей.

19. Жидкокристаллический индикаторный элемент согласно п.1, отличающийся тем, что по крайней мере один поляризатор содержит по крайней мере один анизотропно поглощающий двулучепреломляющий слой, сформированный из ассоциатов дихроичных катионных красителей или их смесей с поверхностно-активными анионами и/или амфотерными поверхностно-активными веществами или их смесями общей формулы

$(M^+O^{\cdot}X')_m [M^+O^{\cdot}X'-(CH_2)_p-Z]_g \{ \text{Хромоген}^+ \} PAV$ где:

- $Z = SO_2NH, SO_2, CONH, CO, O, S, NH, CH_2$;

- $p = 1 - 10$;

- $g = 0 - 1$;

- $m = 0 - 1$;

- $m + g = 1$;

- $X = CO, SO_2, OSO_2, PO(O^{\cdot}M^+)$;

$M = H$; неорганический катион типа $NH_4, Li, Na, K, Cs, Mg, Ca, Ba, Fe, Ni, Co$ и т.п.; органический катион типа $RNH_3, RR'NH_2, RR'R''NH, RR'R''R^*N, RR'R''R^*P$ где $R, R', R'', R^* =$ алкил или замещенный алкил, типа $CH_3, ClC_2H_4, HOC_2H_4, C_2H_5 - C_{10}H_{21}, C_6H_5CH_2$, замещенный фенил или гетероарил, $YH-(CH_2-CH_2Y)_k-CH_2CH_2$, $Y = O$ или $NH, k=0-10$; гетероароматический катион типа N-алкилпиридиния, N-алкилхинолиния, N-алкилимидазолиния, N-алкилтиазолиния и т.п.; КПАВ⁺ (поверхностно активный катион);

PAV = АПАВ⁻, АмПАВ, где: АПАВ⁻ - поверхностно-активный анион, АмПАВ - амфотерное поверхностно-активное вещество;

20. Жидкокристаллический индикаторный элемент согласно п.1, отличающийся тем, что по крайней мере один поляризатор содержит по крайней мере один анизотропно поглощающий двулучепреломляющий слой, сформированный из ассоциатов дихроичных катионных красителей или их смесей с поверхностно-активными анионами и/или амфотерными поверхностно-активными веществами или их смесями общей формулы общей формулы:

$\{\text{Хромоген}\}-[\text{Z}-(\text{CH}_2)_p - \text{X}^+ \text{RR}'\text{R}'' \text{PAV}]_n$ где:

- Z = SO₂NH, SO₂, CONH, CO, O, S, NH, CH₂;

- p = 1-10;

- X = N, P;

- R, R', R'' = алкил или замещенный алкил, типа CH₃, ClC₂H₄, HOC₂H₄, C₂H₅, C₃H₇;

- PAV = АПАВ⁻, АмПАВ, где:

АПАВ⁻ - поверхностно активный анион,

АмПАВ - амфотерное поверхностно-активное вещество;

- n = 1-4.

21. Жидкокристаллический индикаторный элемент согласно п.17, отличающийся тем что по крайней мере один анизотропно поглощающий двулучепреломляющий слой по крайней мере одного поляризатора дополнительно содержит солюбизированный краситель.

22. Жидкокристаллический индикаторный элемент согласно п. 1, отличающийся тем, что по крайней мере один поляризатор содержит по крайней мере один анизотропно поглощающий двулучепреломляющий слой, сформированный из несимметричных солей дихроичных анионных красителей общей формулы:

$(\text{M}_1^+ \text{O}^-\text{X}')_m [\text{M}_1^+ \text{O}^-\text{X}'-(\text{CH}_2)_p-\text{Z}]_g \{\text{Хромоген}\} [-\text{Z}-(\text{CH}_2)_p-\text{XO}^- \text{M}^+]_f (-\text{XO}^- \text{M}^+)_n$, где:

- Хромоген - хромофорная система красителя;

- Z = SO₂NH, SO₂, CONH, CO, O, S, NH, CH₂;

- p = 1 - 10;

- f = 0-9; g = 0-9;

- n = 0-9, m = 0-9,

- n + f = 1-10; m + g = 1-10;

- X, X' = CO, SO₂, OSO₂, PO(O⁻M⁺);

- M ≠ M₁, M, M₁ = H; неорганический катион типа NH₄, Li, Na, K, Cs, Mg, Ca, Ba, Fe, Ni, Co и т.п.; органический катион типа RNH₃, RR'NH₂; RR'R''NH; RR'R''R*N; RR'R''R*P где R, R', R'', R*

= алкил или замещенный алкил, типа CH_3 , ClC_2H_4 , HOC_2H_4 , C_2H_5 , C_3H_7 , C_4H_9 , $\text{C}_6\text{H}_5\text{CH}_2$, замещенный фенил или гетероарил, $\text{YH}-(\text{CH}_2-\text{CH}_2\text{Y})_k-\text{CH}_2\text{CH}_2-$, $\text{Y} = \text{O}$ или NH , $k=0-10$; гетероароматический катион типа N-алкилпиридиния, N-алкилхинолиния, N-алкилимидазолиния, N-алкилтиазолиния и т.п.;

или их смесей.

22. Жидкокристаллический индикаторный элемент согласно п. 1, отличающийся тем, что по крайней мере один поляризатор заявляемого ЖКИ содержит по крайней мере один анизотропно поглощающий двулучепреломляющий слой, сформированный из органических солей дихроичных анионных красителей общей формулы:

$\{\text{Хромоген}\}-(\text{XO}^-\text{M}^+)_n$, где

- Хромоген - хромофорная система красителя;

- $\text{X} = \text{CO}$, SO_2 , OSO_2 , $\text{OPO}(\text{O}^-\text{M}^+)$;

- $\text{M} = \text{RR}'\text{NH}_2$; $\text{RR}'\text{R}''\text{NH}$; $\text{RR}'\text{R}''\text{R}^+\text{N}$; $\text{RR}'\text{R}''\text{R}^+\text{P}$ при:

R , R' , R'' , $\text{R}^+ = \text{CH}_3$, ClC_2H_4 , C_2H_5 , C_3H_7 , C_4H_9 , $\text{C}_6\text{H}_5\text{CH}_2$,

замещенный фенил или гетероарил;

$\text{YH}-(\text{CH}_2-\text{CH}_2\text{Y})_m-\text{CH}_2\text{CH}_2$, $\text{Y} = \text{O}$ или NH , $m=0-5$;

N-алкилпиридиний катион, N-алкилхинолиний катион,

N-алкилимидазолиний катион, N-алкилтиазолиний катион;

$n = 1-7$.

Источники информации, принятые во внимание при составлении заявки:

1. Л.К. Вистинь. ЖВХО, 1983, том XXVII, вып. 2, 141-148.

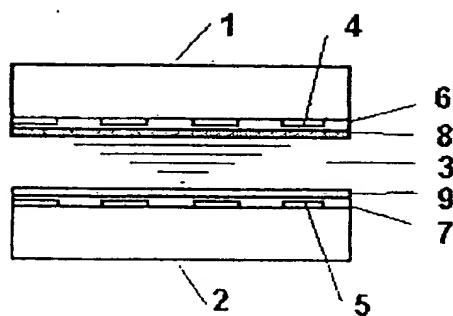
2. А.Е. Perregaux, SPIE, 1981, Vol. 307, p. 70-75.

3. Пат. США No 3,941,901, кл. 350-160, опубл. 1976.

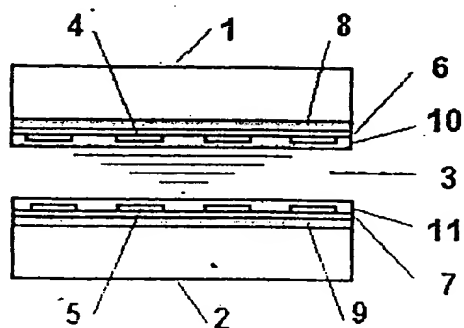
4. А.С. No 697,950, кл. G 02 F 1/13, прототип.

5. Пат. РФ No 2,013,794, кл. G 02 F 1/13, опубл. 1994.

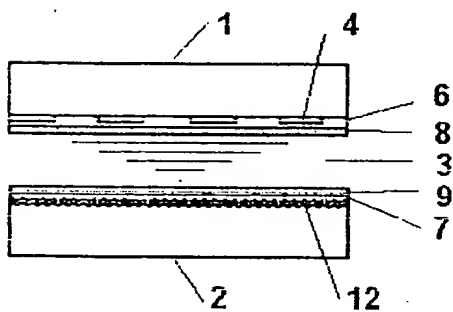
6. Application PCT/US 94/05493, published 08.12.94.



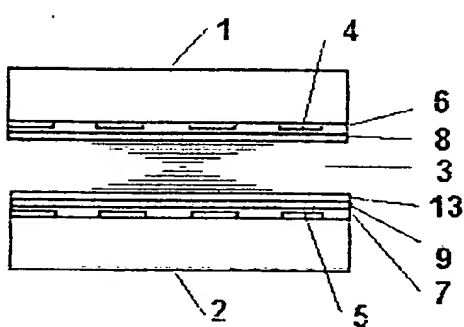
Фиг. 1



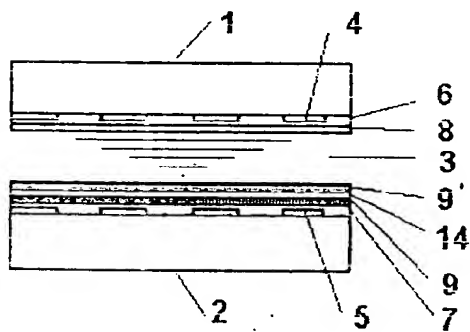
Фиг. 2



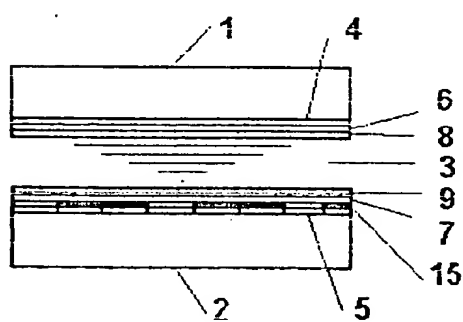
Фиг. 3



Фиг. 4



Фиг. 5



Фиг. 6

Реферат

Изобретение относится к устройствам отображения информации, в частности к жидкокристаллической ячейке, и может быть использовано в средствах индикаторной техники различного назначения, например: плоских дисплеях, оптических модуляторах, матричных системах световой модуляции и т.п.

Задачей настоящего изобретения является обеспечение повышенной яркости и высокой однородности свойств жидкокристаллического индикаторного элемента по площади.

Поставленная задача решается жидкокристаллическим индикаторным (ЖКИ) элементом, содержащим слой жидкого кристалла, размещенный между первой и второй пластинами с электродами, поляризаторами, светопреобразующими и ориентирующими слоями, отличающимся тем, что по крайней мере один поляризатор содержит по крайней мере один анизотропно поглощающий двулучепреломляющий слой, сформированный из несимметричных смешанных солей дихроичных анионных красителей, содержащих различные катионы, и/или ассоциатов дихроичных красителей, содержащих ионногенные группы, с по крайней мере одним молекул органического иона.

Применение указанных поляризаторов позволяет изготавливать как цветные, так и монохромные ЖКИ и дисплеи, отличающиеся повышенной яркостью и высокой однородностью свойств по площади.

NS

RUSSIAN AGENCY FOR PATENTS AND TRADEMARKS
(ROSPATENT)
FEDERAL INSTITUTE FOR INDUSTRIAL PROPERTY

Reg. No. 20/14-496

September 21, 1999

THIS IS TO CERTIFY

By Federal Institute for Industrial Property of Russian Agency for Patents and Trademarks that the materials appended hereto are the exact reproduction of the original specification, claims and drawings (if any) of Application No. 98103743 for patent on invention as filed on the 24th day of February, 1998.

Title of the invention: A liquid-crystal indicating element

Applicant(s): MIROSHIN Alexandr Alexandrovich

Actual author(s): BELYA'YEV Sergey Vasil'yevich
MALIMONENKO Nikolay Vladimirovich
MIROSHIN Alexandr Alexandrovich
HAN Ir Gwon

Authorized signer of the copy of
application for patent on invention

/signature/

G.F. Vostrikov

Head of Division

A LIQUID-CRYSTAL INDICATING ELEMENT

The invention relates to devices for displaying information, in particular a liquid-crystal cell, and can be suitably used in indicating means of various designations, e.g. in flat displays, optical modulators, light modulation matrix systems, etc.

Known are devices implemented as a flat dish formed by two parallel glass plates, on the internal surfaces of which plates applied are electrodes of an optically transparent conductive material, e.g. tin dioxide. Electrode-bearing surfaces of said plates are subjected to a special treatment providing a pre-determined homogeneous orientation of the liquid-crystal (LC) molecules at the plates' surfaces and in the LC film volume. In case of the homogeneous orientation, big axes of the liquid-crystal molecules at the plates' surface are arranged in parallel to the orientation directions, which directions are usually selected to be mutually perpendicular. After a dish is assembled, it is filled with a LC forming a layer 5-20 mcm thick, being an active medium and changing its optical properties (polarization plane rotation angle) when a voltage is applied thereto. A change of the optical properties is registered in the crossed polarizers, usually glued on the external surfaces of a dish [1].

The polarizers used for that purpose, based on the polyvinyl alcohol (PVA) films, dyed with iodine vapours or dichroic dyes, have a low mechanical strength, and for this reason require special measures for protection against mechanical damages, which measures make LC-devices more complicated and expensive. A conventional polarizer based on PVA is a complex system comprising as much as 10 layers:

1. protective film
2. weak adhesive
3. first support film
4. adhesive layer
5. polarizing film
6. adhesive layer
7. second support film
8. adhesive
9. silicon layer
10. substrate film

When a polarizer is glued, a siliconized film is removed (layers 9 and 10), and in assembling of a LC display the protective film having a glue (layers 1 and 2) is removed and can be replaced with a protective glass.

As the result, after a LC cell is assembled, it represents a device consisting of more than 20 layers. It should be noted that a damage to even one layer of a polarizer renders it unsuitable for manufacturing of a LC cell [2].

One of the methods for protecting polarizers against mechanical damages is their placement inside a dish. For this purpose, after the dish plates are manufactured and transparent electrodes are applied, a solution of a polymer, e.g. polyvinyl alcohol, that can comprise iodine or dichroic dye, is applied. Then the polymer solution is subjected to a shearing strain, using, for example, a doctor blade, that is moved along the plates' surface. Thereupon the linear polymer molecules are arranged along the blade movement. After a solvent is removed, the so formed oriented PVA film, comprising iodine or a dichroic dye, can serve both as a polarizer and a LC orientant. Then the dish is assembled, filled with a LC and sealed. The so made polarizer now is inside a cell and thus protected against external mechanical effects [3].

Drawbacks of said device are as follows:

- a) A low thermal stability caused by use, for manufacture of such polarizer, of polyvinyl alcohol or other vinyl polymers, and iodine - for dyeing;
- b) Use of an iodine polymer film for dyeing; for the reason that iodine is water-soluble, results in a lesser contrast and multiple rise of power consumption, which reduces the service life of such device.

In terms of the technical essence, the most pertinent prior art is a device, wherein polarizers are disposed inside a LC cell [4]. For formation of a polarizer, on the internal surface of plates, after transparent electrodes are made, a gel of dichroic dye having concentration of 1-30% by weight is applied, whereupon said gel is oriented by a mechanical method, using, for example a centrifugation technique, which provides a dye thin plate having a required thickness. After a solvent is removed from the plate surface, a thin film of a molecularly-oriented layer of a dye is formed, which film serves both as polarizer and a matrix for homogeneous orientation of a LC; and for this reason, similarly to device [3], there is no necessity of an additional application of the orienting layer. Using the so produced standard plates, a LC cell is assembled, filled with a desirable liquid crystal and sealed.

As the dichroic dyes, those of the asoxy-compounds series, having the anisotropic molecular structure, are used, e.g. diamond-yellow, direct blue 14 (chrysophenine), etc.

The known device [4] has a higher thermal stability as compared with device [3], because the polarizer is a film consisting only of a dye exhibiting a higher thermal stability as compared with vinyl polymers

Disadvantages of the known device is its insufficient brightness and heterogeneity of properties across the area caused by the circumstance that the dye solutions used to produce a polarizer have an insufficient surface wettability.

The goal of the invention is to provide an improved brightness and a high homogeneity of properties of a liquid-crystal indicating element across its area.

The set goal is to be attained by a liquid-crystal indicating (LCI) element comprising a layer of a liquid crystal disposed between a first and second plates having electrodes, polarizers, light-converting and orienting layers, characterized in that at least one polarizer comprises at least one anisotropically absorbing birefringent layer formed of asymmetrical mixed salts of dichroic anionic dyes comprising different cations, and/or formed of associates of dichroic dyes comprising ionogenic groups having at least one mole of organic ion.

As the dichroic dyes, those selected from the following class can be used: aso-dyes, anthraquinonic, polycyclic (vat), indigoid, polymethene, arylcarbonic dyes, etc., which in turn belong to the classes of the direct, active, acid, metal-complex, cationic (basic), etc. dyes.

At least one dichroic dye can be selected among the dyes capable of forming a stable lyotropic liquid-crystal phase.

At least one polarizer of the claimed LCI comprises at least one anisotropically absorbing birefringent layer formed of associates of dichroic dyes comprising ionogenic groups, or their mixtures having at least one mole of surfactant ions, or their mixtures.

Further, at least one anisotropically absorbing birefringent layer of at least one polarizer can additionally comprise a solubilized dye.

At least one polarizer of the claimed LCI comprises at least one anisotropically absorbing birefringent layer formed of associates of dichroic anionic dyes, or their mixtures with surfactant cations and/or amphoteric surfactants, or their mixtures of the following general formula (I):



where

Chromogene is a dye chromophoric system;

$Z = SO_2NH, SO_2, CONH, CO, O, S, NH, CH_2$;

$p = 1 - 10$;

$f = 0-4$; $g = 0-9$;

$n = 0-4$, $m = 0-9$,

$n+f = 1-4$; $m+g = 0-9$;

$X, X' = CO, SO_2, OSO_2, PO(OM^+)$;

$M = H$; M^+ non-organic cation of the following type: $NH_4, Li, Na, K, Cs, Mg, Ca, Ba, Fe, Ni, Co$, etc.; organic cation of the following type: $RHN_3, RR'NH_2, RR'R''NH, RR'R''R^*N, RR'R''R^*P$, where $R, R', R'', R^* =$ alkyl or substituted alkyl of the following type: $CH_3, ClC_2H_4, HOC_2H_4, C_2H_5 - C_{10}H_{21}, C_6H_5CH_2$, substituted phenyl or heteroaryl, $YH-(CH_2-CH_2Y)_k-CH_2CH_2-$, $Y = O$, or NH , $k = 0-10$; heteroaromatic cation of the following type: N -alkylpyridinium, N -alkylquinolinium, N -alkylimidazolium, N -alkylthiazolium, etc.;

K^+SUR^+ ;

$SUR = KSUR^+, K^+SUR^+, AmSUR$, where:

$KSUR^+$ and K^+SUR^+ are surfactant cations,

$AmSUR$ is amphoteric surfactant;

At least one dichroic anionic dye can be selected from the following series:

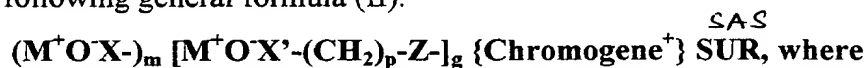
- dyes capable of forming a stable lyotropic liquid-crystal phase, e.g. sulfonic acids of derivatives of indanthrone, sulfonic acids of derivatives of symmetric diphenyldiimides and dibenzimidazoles of naphthalene-1,4,5,8-, perylene- and anthanthrone-3,4,9,10-tetracarboxylic acids, direct yellow lightfast O [4], etc;
 - direct dyes, e.g. benzopurpurene 4B (C.I. 448), C.I. direct orange 26, C.I. direct red 48 or 51, C.I. direct violet 88, C.I. direct blue 19, etc.;
 - active dyes (triazinic, vinylsulfonic or Protons T), for example, C.I. active red 1, C.I. active yellow 1, C.I. active blue 4, etc.;
- acid dyes, for example various derivatives of bromaminic acid, acid bright-red anthraquinonic N8S, bright-blue anthraquinonic (C.I. 61585), acid green anthraquinonic

N2S (C.I. 615890), acid bright-green anthraquinonic N4Zh, C.I. acid red 138, C.I. acid yellow 135, C.I., acid red 87, C.I., acid black 1, etc.

- of the series of sulfonic acids of polycyclic dyes, e.g. asymmetric phenylimides and benzimidazoles of naphthalene-1,4,5,8-, perilene- and anthathrone-3,4,9,10-tetracarboxylic acids, disulfonic acids of derivatives of indigo, thioindigo or chinacrydone and other sulfonic acids based on the vat dyes and pigments.

luminescent dyes.

At least one polarizer of the claimed LCI comprises at least one anisotropically absorbing birefringent layer formed of associates of dichroic cationic dyes, or their mixtures having surfactant anions and/or amphoteric surfactants, or their mixtures of the following general formula (II):



$Z = SO_2NH, SO_2, CONH, CO, O, S, NH, CH_2;$

$p = 1-10;$

$g = 0-1;$

$m = 0-1;$

$m+g=1;$

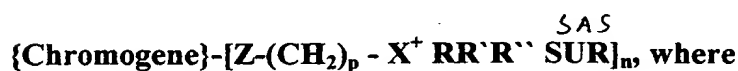
$X = CO, SO_2, OSO_2, PO(OM^+);$

$M = H;$ ⁱⁿ non-organic cation of the following type: $NH_4, Li, Na, K, Cs, Mg, Ca, Ba, Fe, Ni, Co,$ etc.; organic cation of the following type: $RNH_3, RR'NH_2, RR'R''NH, RR'R''R^*N, RR'R''R^*P,$ where $R, R', R'', R^* =$ alkyl or substituted alkyl of the following type: $CH_3, ClC_2H_4, HOC_2H_4, C_2H_5 - C_{10}H_{21}, C_6H_5CH_2,$ substituted phenyl or heteroaryl, $YH-(CH_2-CH_2Y)_k-CH_2CH_2,$ $Y = O,$ or $NH, k = 0-10;$ heteroaromatic cation of the following type: N-alkylpyridinium, N-alkylquinolinium, N-alkylimidazolinium, N-alkylthiazolinium, etc.;

$\overset{SAS}{KSUR^+}$ (surfactant cation),

$\overset{SAS}{SUR} = \overset{SAS}{ASUR}, \overset{SAS}{AmSUR},$ where: $\overset{SAS}{ASUR}$ is surface active cation, $\overset{SAS}{AmSUR}$ is amphoteric surfactant.

At least one polarizer of the claimed LCI comprises at least one polarizing coating being an anisotropically absorbing birefringent layer of associates of dichroic cationic dyes, or their mixtures, having surfactant anions, or their mixtures of general formula (III):



Chromogene is a dye chromophoric system;

Z = SO₂NH, SO₂, CONH, CO, O, S, NH, CH₂;

p = 1-10;

X = N, P;

R, R', R'' = alkyl or substituted alkyl of the following type: CH₃, ClC₂H₄, HOC₂H₄, C₂H₅, C₃H₇;

SUR = ASUR⁻, AmSUR, where: ASUR⁻ is a surfactant anion, AmSUR is an amphoteric surfactant;

n = 1-4.

At least one dichroic cationic dye can be selected among the following series:

- luminescent dyes;
- polymethene (cyaninic, hemicyaninic, etc.) dyes;
- arylcarbonic dyes;
- heterocyclic derivatives of di-, and triarylphenyl methanes (thiopyraninic, pyroninic, acrydinic, oxazinic, thiazinic, xantenic, azinic, etc. dyes).

At least one polarizer of the claimed LCD can comprise at least one anisotropically absorbing birefringent layer formed of organic salts of dichroic anionic dyes of the following general formula:

{**Chromogene**} - (XO⁻M⁺)_n, where

Chromogene is a dye chromophoric system;

X = CO, SO₂, OSO₂, OPO(O⁻M⁺);

M = RR'NH₂; RR'R''NH; RR'R''R'^N; RR'R''^P, when

R, R', R'', R^ = CH₃, ClC₂H₄, C₂H₅, C₃H₇, C₄H₉, C₆H₅CH₂,

substituted phenyl or heteroaryl;

YH-(CH₂-CH₂Y)_m-CH₂CH₂, Y = O, or NH, m = 0-5;

N-alkylpyridinium cation, N-alkylquinolinium cation, N-alkylimidazolium cation, N-alkylthiazolinium cation, etc.;

n = 1-7.

At least one polarizer of the claimed LCD comprises at least one anisotropically absorbing birefringent layer formed of asymmetric salts of dichroic anionic dyes of the following general formula (IV):



where:

Chromogene is a dye chromoric system;

$Z = SO_2NH, SO_2, CONH, CO, O, S, NH, CH_2$;

$p = 1 - 10$;

$f = 0-9$; $g = 0-9$;

$n = 0-9$, $m = 0-9$,

$n+f = 1-10$; $m+g = 1-10$;

$X, X' = CO, SO_2, OSO_2, PO(O^+M^+)$;

$M \neq M_1M$, $M_1 = H$; non-organic cation of the following type: NH_4 , Li, Na, K, Cs, Mg, Ca, Ba, Fe, Ni, Co, etc.; organic cation of the following type: RHN_3 , $RR'NH_2$, $RR'R''NH$; $RR'R''R^*N$; $RR'R''R^*P$, where $R, R', R'', R^* =$ alkyl or substituted alkyl of the following type: CH_3 , ClC_2H_4 , HOC_2H_4 , C_2H_5 , C_3H_7 , C_4H_9 , $C_6H_5CH_2$, substituted phenyl or heteroaryl, $YH-(CH_2-CH_2Y)_k-CH_2CH_2-$, $Y = O$, or NH , $k = 0-10$; heteroaromatic cation of the following type N-alkylpyridinium, N-alkylquinolinium, N-alkylimidazolinium, N-alkythiazolinium etc.;

or their mixtures.

For the purpose to provide necessary physical-mechanical, adhesive, aligning, film-forming, etc. properties, at least one polarizing coating of an optical polarizer of LCI can further comprise a modifier, in capacity of which modifier, hydrophilic and hydrophobic polymers of various types can be used, including liquid-crystal and silicon-organic polymers; plasticizers and varnishes, inclusive of silicon-organic varnishes, as well as non-ionogenic surfactants. Introduction of a modifier, which introduction can be done both at the stage of formation of the LLC phase and as a result of treatment of an already produced polarizer, also allows to decrease light scattering, which is possible due to the presence of microdefects in a polarizing coating.

At least one anisotropically absorbing birefringent layer of at least one polarizer of the claimed LCI has a thickness whereat an interference extremum is realized at output of the optical polarizer at least for one linearly-polarized light component.

Thickness of at least one anisotropically absorbing birefringent layer of at least one polarizer of the claimed LCI satisfies the condition of obtaining at output of the optical polarizer of the interference minimum for one linearly-polarized light component and,

simultaneously, the interference maximum for the other orthogonally linearly-polarized light component.

At least one polarizer of the claimed LCI is a multi-layer one and comprises at least two layers, of which at least one layer is the anisotropically absorbing birefringent layer one, and the other is the optically isotropic one, one refractive index of the birefringent layer maximally differing from that of the optically isotropic layer, and the other refractive index of the anisotropically absorbing birefringent layer coinciding with, or being maximally proximate to that of the optically isotropic layer.

Preferable is a liquid-crystal indicating element, characterized in that at least one polarizer is the multi-layer one and comprises at least two layers, of which at least one layer is the anisotropically absorbing birefringent layer, and the other is the optically isotropic one, one refractive index of the birefringent layer maximally differing from that of the optically isotropic layer, and the other refractive index of the anisotropically absorbing birefringent layer coincides with, or being maximally proximate to that of the optically isotropic layer.

More preferable is a liquid-crystal indicating element, characterized in that at least one polarizer is a multi-layer one and comprises at least two different birefringent layers, of which at least one layer is the anisotropically absorbing one, a first refractive index of the anisotropically absorbing birefringent layer maximally differing from a first refractive index of the other birefringent layer, and a second refractive index of the anisotropically absorbing birefringent layer coinciding with, or being maximally proximate to a second refractive index of the other birefringent layer.

Another version is a liquid-crystal indicating element, characterized in that at least one side of the polarizer a light reflecting coating is applied, which coating is implemented as, for example, a metallic one.

Still another version is a liquid-crystal indicating element, characterized in that at least on one of the plates additionally formed is a birefringent layer disposed between the liquid crystal layer or other layers that separate it from the liquid crystal layer, and the polarizer or other layers applied on the polarizer.

Yet another version of a liquid crystal indicating element is characterized in that on one of the plates additionally formed is a layer of colour elements, which layer is disposed between the polarizer and plate.

Preferable is a liquid crystal indicating element, characterized in that at least one anisotropically absorbing birefringent layer of at least of one polarizer is implemented in the form of elements differing from one another in terms of the phase-delay value and/or the polarization axis direction.

More preferable is a liquid crystal indicating element characterized in that a polarizer formed on one of the plates consists at least of two anisotropically absorbing birefringent layers of different colours with the mutually perpendicular direction of the polarization axes, applied one upon another, or on the intermediate layers separating them, and on the other plate the polarizer is an anisotropically absorbing birefringent layer of grey colour having the polarization axis that coincides with the polarization axis of one of the anisotropically absorbing birefringent layers on the first plate.

Also preferable is a liquid crystal indicating element, characterized in that between the substrate and at least one of the polarizers additionally applied is the orienting layer which can be formed both of non-organic materials and on the basis of different polymers.

The other version is a liquid crystal indicating element, characterized in that at least on one of the plates at least one anisotropically absorbing birefringent layer of at least one polarizer is disposed on a transparent electrode, or between the plate and electrode, or on a dielectric film, covering the transparent electrode, or between the layer that orients the liquid crystal and the electrode, or between the layer that orients the electrode and a dielectric sublayer that covers the electrode, or on the reverse side of the plates.

Preferable is a liquid crystal indicating element, characterized in that on one plate formed is a diffuse-reflection coating, that can serve as an electrode at the same time, and at least one anisotropically absorbing birefringent layer is disposed directly on the reflecting coating, or on a dielectric sublayer applied on the reflecting coating, or between the layer that orients the liquid crystal and other layers applied on the reflecting coating.

The essential feature of the claimed liquid crystal indicating element is that at least one polarizer comprises at least one anisotropically absorbing birefringent layer formed of asymmetric salts of dichroic anionic dyes, comprising different cations, and/or of associates of dichroic dyes comprising ionogenic groups having at least one mole of organic ion.

The use of associates of dichroic dyes comprising ionogenic groups having at least one mole of organic ion, particularly surfactant ion, for forming an anisotropically

absorbing birefringent layer provides a good orienting capability of a polarizer when the same is disposed in the interior of a LCI, which eliminates the necessity of application of additional orienting LC layers. By varying the structure of the organic ion, the orienting and wetting capabilities of solutions in time of manufacture of a polarizer can be changed, which is of great importance in manufacture of LCIs of different types.

Furthermore, the presence of the low-mobility organic ions in the polarizing coatings provides a low conductivity, which in turn reduces the power consumption, thus extending the service life of liquid-crystal devices. Thereby the necessity of applying additional insulating coatings in case of the interior disposition of polarizers is obviated.

The use of asymmetric mixed salts of dichroic anionic dyes and/or associates of dichroic dyes comprising ionogenic groups with at least one mole of organic ion for forming the anisotropically absorbing birefringent layer also provides formation of highly-efficient defectless homogeneous polarizers, the thickness variance of which does not exceed 5%.

The cause is that the use of said materials allows to adjust the hydrophobic-hydrophilic balance in a molecule of a dichroic dye, which is of a great importance for forming the lyotropic liquid-crystal phase (LLC). Thus, creation of a pre-determined hydrophobic-hydrophilic balance is one of the conditions for formation of the over-molecular aggregates using such dye molecules; and when a solution of said aggregates reaches a certain concentration, it transits to an arranged liquid-crystal state.

Besides its influence upon the hydrophilic-hydrophobic balance, the nature of a surfactant exerts a strong influence upon solubility of associates in different solvents, which in turn unconditionally influences both the size of aggregates and the process of formation of the LLC-phase.

Thus, varying of two factors - the hydrophilic-hydrophobic balance and solubility of asymmetric salts of dichroic anionic dyes comprising different cations, and/or of associates of dichroic dyes comprising ionogenic groups having at least one mole of organic ion - allows to adjust both the process of formation of LLC phase and its type. In its turn, on this circumstance also depends a degree of the molecular arrangement and, hence, the polarizing characteristics, in particular the dichroic ratio in a polarizer formed after a LLC-composition is applied on the substrate surface, with subsequent removal of a

solvent. High polarization characteristics and homogeneity of polarizers, in their turn, provide an intensive brightness and homogeneity across the area of a LLC element.

By varying the hydrophilic-hydrophobic balance of asymmetric mixed salts of dichroic anionic dyes and/or associates of dichroic dyes comprising ionogenic groups having at least one mole of organic ion, the solubility in water and solvents can be adjusted, which has a great importance in case of applying very thin anisotropically absorbing birefringent layers having an adjustable thickness. This circumstance is of a great significance for manufacture of the claimed LCI using polarizers of the interference type.

The use, as a polarizer, of at least one ultra-thin (0.01-1.5 mcm) anisotropically absorbing birefringent layer having a high polarization efficiency provides an intensive brightness and homogeneity across the area of the claimed LCI.

Variety of colour schemes of the claimed LCI is provided owing to the use of the most different dichroic dyes in manufacture of polarizers, which is feasible through the use of asymmetric salts and/or associates having organic ion, by varying both the quantity and type of which ion, the hydrophilic-lipophilic properties of associates can be adjusted, which is of an important significance in manufacture of compositions for applying layers.

Advantages of the interference polarizers based on the anisotropically absorbing birefringent layers are an intensive brightness and homogeneity across the area of the claimed LCI, as well as a large angle of sight and absence of shadow in operation in the reflection mode.

By varying the dyes in the LLC-composition, LC-devices having different colours, including the grey one, can be made. The grey colour can be also obtained by application of yellow, red and blue polarizers when they are formed on the dish plates.

The use of LLC-compositions for forming polarizers provides the possibility to manufacture both monochromatic and colour LC-indicators and displays. To this end, various methods of application of polarizers, e.g. by techniques of the gravure printing or flexography using the printing equipment, can be used.

To achieve an intensive brightness and contrast range in the proposed device intended for manufacturing the high-resolution displays, the additional orienting and brightening layers can be used, and said additional layers can be applied by the same equipment as that which is used for application of a polarizer.

The use of polarizing coatings (PC) as polarizers does not exclude the use of conventional film-shaped polarizing films, in particular iodine polarizers based on PVA. For example, the combination of the internal PC applied on a first plate having the iodine reflecting or transmitting polarizer glued on the external side of a second plate allows to manufacture a device having an intense brightness and contrast range and requiring an additional glass, which is usually used for protection of the polarizer glued on the exterior side of a first glass.

Further, using the polarizing coatings, LC indicating elements having the external disposition of polarizers can be manufactured. For this purpose, a PC is applied on a transparent isotropic polymeric film, then the obtained film-shaped polarizer is glued on the external side of the plates. It is noted that the so obtained LC-device has much less layers as compared with a LC-device having the conventional polarizers based on PVA-films.

The use, as a polarizer, in the claimed LCI, of at least one anisotropically absorbing birefringent layer formed of asymmetric mixed salts of dichroic anionic dyes and/or associates of dichroic dyes comprising ionogenic groups, or their mixtures having at least one mole of surfactant ions, or their mixtures, allows to produce black-and-white and multicolour LCIs of different kinds and having an intense brightness and homogeneity across the area.

Examples of the claimed LCI in the most typical configurations are shown in Figs. 1 - 6. Fig. 1 schematically shows the element of the transmission type based on a usual twist-nematic; Fig. 2 schematically shows a LCI element of the transmission type based on a usual twist-nematic with another arrangement of the polarizing layer and electrodes; Fig. 3 schematically shows a LC indicator of the reflection type based on a usual twist-nematic, and Fig. 4 schematically shows a LC indicator of the transmission type based on a twist-nematic; Fig. 5 schematically shows a LC indicator having the colour-switching effect, and Fig. 6 schematically shows a matrix colour LC indicator.

A LC indicator shown in Fig. 1 consists of two plates 1 and 2 that can be made of glass, plastic or other rigid or flexible transparent material. On the internal surfaces of said plates, that face a layer of nematic liquid crystal 3 applied are transparent electrodes 4, 5. Over the transparent electrodes applied are insulating films 6, 7 of a polymer or other

material that smoothens the surface and provides the entire plate surface with homogeneous properties. Polarizing coatings 8, 9 are applied on said films, and their transmission axes on plates 1 and 2 are oriented to be mutually perpendicular. Thereby the polarizing coatings themselves are orientants for molecules of the nematic liquid crystal.

Fig. 2 shows another version of the transmission LC indicator, wherein on the surface of plates 1 and 2 preliminarily applied are polarizing coatings 8, 9 protected by films 6, 7, and after that transparent electrodes 4, 5 are applied. Over the electrodes applied are films 10, 11 that orient the LC nematic. In this design, the surface smoothness required for the polarizing coating and its insulation from the liquid crystal layer are provided, which circumstance ensures that ions or molecules of other substances that can be present in the polarizing coating will not find their way thereto.

In the reflection type of the LC indicator (Fig. 3), the second plate can be made both of a transparent and opaque materials, for example of the crystal silicon. Thereon diffuse-reflection layer 12 is formed. The reflecting layer can be produced by applying, on an aluminium mirror, a polymer film comprising particles of an unspecified or specified shape and size having the refractive index that differs from that of the polymer; by applying a polymer film comprising a suspension of aluminium powder or other material that reflects the light well, or by formation of a relief on the plate surface, whereon reflecting layer 12, e.g. an aluminium film is applied afterwards. Said relief can be formed by treating the surface by an abrading material, by engraving, embossing, application of a polymer film comprising particles of specific shape and size, or by selective etching, through a mask, the surface of the plate itself or etching of a polymer film or other material applied thereon. Said aluminium film ^{can} ~~must~~, simultaneously serve as a continuous electrode. By etching, employing the photolithography techniques, a narrow aluminium strip along a pre-determined contour 10-100 mcm wide, electrodes of the required configuration can be obtained, for example, matrices of rectangles for flat matrix display screens, thereby preserving the general reflecting background across the entire operation field of an indicator. The polarizing coating is applied directly on the reflecting coating or on a smoothening and insulating sublayer that is formed on the reflector.

In case a reflecting layer cannot be used for any reason as an electrodes, or in case the same is made of a non-conductive material, then electrodes are applied on the insulating sublayer or directly on the reflector. The following can be used as an insulating

layer: a polymer film, aluminium oxide, silicon oxide or other dielectric materials. In such case, the polarizing coating can be applied both on the reflector and electrodes.

For the purpose of colour compensation, in the transmission type of LC indicators having a considerably twisted nematic 3, an additional optically anisotropic layer 13 having a pre-determined thickness and disposed on the second plate (Fig. 4) is used. Said layer can be disposed directly on polarizing coating 9, or on layers 7, 5 or 11 (Fig. 2) applied thereon. The optically anisotropic layer is formed by applying a polymer film or LC polymer having orientation of molecules in a pre-determined direction under the action of electromagnetic forces, or due to mechanical extension in time of application of the layer, or thereafter. Further, the use of a photo-anisotropic material, that allows to produce anisotropic films, having a specified difference of the optical travel and direction of axes of ellipsoid birefringence, by photo-polymerization of the film material by the polarized light [5], is also possible.

The reflection version of a LC indicator with a supertwist-nematic may require two additional optically anisotropic layers disposed on either plate between polarizers. They can be applied directly on the polarizing coatings or upon the layers applied thereon.

With the use of photolithography techniques or the printing methods of application of dyes, and using dyes of diverse colours, a polarizing layer having areas of different dyeing can be produced, which circumstance improves the informational and ergonomical possibilities of an indicator.

The colour-switching property is provided for a LC cell also by application of a neutral grey colour PC on one of the plates, and by application of two PC 9 and 9' (Fig. 5) directly one upon another or through non-absorbing layer 14 that separates them. Thereby PCs 9 and 9' have a different colour and the mutually perpendicular direction of the polarization axes.

Disposition of the polarizing elements inside a cell allows to realize the colour version of the matrix LC indicator as well (Fig. 6). In a version, a PC is applied directly on colour matrix 15 which is disposed on the matrix of transparent electrodes 5, or on sublayer 7.

A colour matrix or pattern can be manufactured by deposition through a photoresist mask, with selective ^edyeing of the polymer layer by a suitable dye, or by application of a dye by the stenciling technique, or other printing methods. It is obvious that relative

disposition of a polarizer and colour matrix is not of a principal importance and is determined by the factors of layer application techniques.

Principle of operation of a LC indicator having polarizing elements disposed inside a cell will be discussed using the example of the transmission version of a LC indicator based on nematic twisted at 90° (Fig. 1). The non-polarized light flow is incident on the indicator from the side of the first plate. Having passed through substrate 1, transparent electrodes 4 and smoothening sublayer 6, the light is polarized while passing through polarizing coating 8. When there is no voltage across the electrodes, the polarized light passes through the layer of liquid crystal 3, thereby rotating its polarization plane by 90° , and passes, without attenuation, through the second polarizing layer 9, sublayer 7, transparent electrode 5 and plate 2. Thereby the electrode region will be seen as light-coloured. When a voltage is applied to the electrodes, under the action of the electric field the nematic twisted form will transit into the homeotropic form, wherein the nematic optical axis is oriented perpendicularly to the plane of plates 1 and 2, and it stops rotation of the plane of polarization of the light passing through it. It means that when the light passes through the nematic layer as determined by the polarizer 8, the light polarization plane direction will not change and at output of nematic 3 it will be perpendicular to the polarization direction of the second polarizer 9. When the light passes through polarizer 9, it is absorbed and this region will be seen as the light-coloured one. In the indicator's regions that have not electrodes, the twisted form of nematic will be always preserved, and these regions will be always seen as light-coloured ones. The use of polarizer having at least one anisotropically absorbing birefringent layer, formed of asymmetric mixed salts of dichroic anionic dyes comprising different cations, and/or associates of dichroic dyes having ionogenic groups with at least one mole of organic ion, enhances the brightness of a LC element and improves the homogeneity of properties of a liquid crystal indicating element across the area.

Thus, when the light is reflected, the direction of the planarly-polarized light does not change, and in the reflection type of indicators the operation principle remains the same. The only difference is that that the light does not pass through substrate 2, and passes through all remaining elements twice.

In case of the LC indicator based on the supertwist-nematic (Fig. 4), the light, planarly polarized by first polarizer 8, passes through a considerably twisted nematic and is

converted into the elliptically polarized one. Thereby it acquires a certain dying due to the dependence on the travel optical difference on the wavelength. The optically anisotropic layer compensates for the dying of the light that passes therethrough such that at output of the cell it becomes non-dyed, and vice versa, and allows to acquire a required dying by an appropriate initial orientation of PC axes relative to one other and that of the anisotropic layer and thickness thereof. When a voltage is applied to the electrodes, the liquid crystal is converted from the twisted state into the uniaxial one and stops rotation of the light polarization plane. For this reason, the light passes through it without changing the polarization plane direction. While passing through the anisotropic layer, the light acquires the circular or elliptical polarization, and after it exits from the second polarizing layer, it has a dying that is additional to that existing in the turned-off state. The use of polarizer having at least one anisotropically absorbing birefringent layer formed of asymmetric mixed salts of dichroic anionic dyes comprising different cations, and/or associates of dichroic dyes comprising ionogenic groups with at least one mole of organic ion, enhances brightness of a LCI element and improves homogeneity of properties of a liquid crystal indicating element across the area.

Operation of the light switch is explained in Fig. 5. Having passed through the first polarizing layer 8, the light, in the turned-off mode, passes through the nematic, rotates the polarization plane by 90° , and passes through polarizing layer 9' whose axis is oriented perpendicularly to that of the first polarizing coating 8, and is absorbed by the second layer of dichroic polarizer 9, whose polarization axis direction is perpendicular to axis of layer 9'. When the cell is turned on, the polarization plane direction of the light in passing through the LC does not change, and the light is absorbed by dichroic polarizer 9' and dyed with another colour. The use of a polarizer having at least one anisotropically absorbing birefringent layer formed of asymmetric mixed salts of dichroic anionic dyes comprising different cations, and/or associates of dichroic dyes comprising ionogenic groups with at least one mole of organic ion, enhances brightness of a LCI element and improves the colour homogeneity of a liquid crystal indicating element across the area.

In case of a matrix colour LC indicator (Fig. 6), the light passes, the element being turned-off, through polarizer 8, through the LC, through the second neutral polarizer 9, and is selectively absorbed by dye 14. The element thereby is seen as dyed with an appropriate colour. When the element is turned on, the light is polarized by polarizer 8, passes, without

the polarization plane rotation, through the LC layer and is locked by polarizer 9. As the result this element is seen as the dark-coloured one.

Thus, the use of a liquid-crystal indicating element, comprising a liquid crystal layer disposed between a first and second plates with electrodes, polarizers, light-converting and orienting layers, characterized in that at least one polarizer has at least one anisotropically absorbing birefringent layer formed of asymmetric salts of dichroic anionic dyes comprising different cations, and/or associates of dichroic dyes comprising ionogenic groups having at least one mole of organic ion, allows to manufacture both the colour and monochromatic LCIs and displays, whose type are not limited by the above-discussed versions and distinguished by an enhanced brightness and an improved homogeneity of properties across the area.

CLAIMS

1. A liquid-crystal indicating element, comprising a layer of a liquid crystal, disposed between a first and second plates with electrodes, polarizers, light-converting and orienting layers, characterized in that at least one polarizer comprises at least one anisotropically absorbing birefringent layer formed of asymmetric mixed salts of dichroic anionic dyes comprising different cations, and/or associates of dichroic dyes comprising ionogenic groups having at least one mole of organic ion.
2. A liquid-crystal indicating element as claimed in claim 1, characterized in that at least one anisotropically absorbing birefringent layer has a thickness whereat realized is an interference extremum at output of an optical polarizer at least for one linearly-polarized light component.
3. A liquid-crystal indicating element as claimed in claim 1, characterized in that thickness of at least one anisotropically absorbing birefringent layer satisfies the condition of obtaining, at output of the optical polarizer, the interference minimum for one linearly-polarized light component, and, simultaneously, the interference maximum for the other linearly-polarized light component.
4. A liquid-crystal indicating element as claimed in claim 1, characterized in that at least one polarizer is the multi-layer one and comprises at least two layers, of which at least one layer is the anisotropically absorbing birefringent layer, and the other layer is the optically isotropic one, one refractive index of the birefringent layer maximally differing from that of the optically isotropic layer, and the other refractive index of the anisotropically absorbing birefringent layer coinciding with, or being maximally proximate to that of the optically isotropic layer.
5. A liquid-crystal indicating element as claimed in claim 1, characterized in that at least one polarizer is the multilayer one and comprises at least two birefringent layers, one of which being the anisotropically absorbing one, a first refractive index of the anisotropically absorbing birefringent layer maximally differing from a first refractive index of the other birefringent layer, and the other refractive index of the anisotropically absorbing birefringent layer coinciding with, or being maximally proximate to the second refractive index of the other birefringent layer.

6. A liquid-crystal indicating element as claimed in claim 1, characterized in that at least on one side of the polarizer additionally applied is a light-reflecting coating.
7. A liquid-crystal indicating element as claimed in claim 6, characterized in that the light-reflecting coating is a metallic coating.
8. A liquid-crystal indicating element as claimed in claim 1, characterized in that at least on one of the plates additionally formed is a birefringent layer disposed between the liquid crystal layer or other layers that separate it from the liquid crystal layer, and the polarizer or other layers applied on the polarizer.
9. A liquid-crystal indicating element as claimed in claim 1, characterized in that on one of the plates additionally formed is a layer of colour elements, which layer is disposed between the polarizer and plate.
10. A liquid-crystal indicating element as claimed in claim 1, characterized in that at least one anisotropically absorbing birefringent layer of at least one polarizer is implemented in the form of elements differing by a value of the phase-delay and/or a direction of the polarization axis.
11. A liquid-crystal indicating element as claimed in claim 1, characterized in that a polarizer, formed on one of the plates, consists at least of two anisotropically absorbing birefringent layers of different colours with mutually perpendicular direction of the polarization axes applied one upon another or on intermediate layers that separate them, and on the other plate the polarizer is an anisotropically absorbing birefringent layer of grey colour with a polarization axis direction coinciding with that of one of the anisotropically absorbing birefringent layers on the first plate.
12. A liquid-crystal indicating element as claimed in claim 1, characterized in that between a substrate and at least one of the polarizers additionally applied is an orienting layer that can be formed both of non-organic materials and on the basis of different polymers.
13. A liquid-crystal indicating element as claimed in claim 1, characterized in that at least on one of the plates at least one anisotropically absorbing birefringent layer of at least one polarizer is disposed on a transparent electrode or between a plate and an electrode, or on a dielectric film that covers the transparent electrode, and between the liquid

crystal orienting layer, and an electrode, or between the liquid crystal orienting layer, and the dielectric sublayer that covers the electrode, or on the reverse side of the plate.

14. A liquid-crystal indicating element as claimed in claim 1, characterized in that on one plate formed is a diffuse-reflection coating, that can be simultaneously an electrode, and at least one anisotropically absorbing birefringent layer is disposed directly on the reflecting coating or on the dielectric sublayer applied on the reflecting coating, or between the liquid crystal orienting layer, or other layers applied on the reflecting coating.
15. A liquid-crystal indicating element as claimed in claim 1, characterized in that at least one anisotropically absorbing birefringent layer of at least one polarizer additionally comprises a modifier in capacity of which modifier, hydrophilic and/or hydrophobic polymers of various types can be used, including liquid-crystal and silicon-organic polymers; plasticizers and varnishes, inclusive of silicon-organic varnishes, as well as non-ionogenic surfactants.
16. A liquid-crystal indicating element as claimed in claim 1, characterized in that the anisotropically absorbing birefringent layer comprises a dichroic dye selected from the series of the dyes capable of forming a lyotropic liquid-crystal phase.
17. A liquid-crystal indicating element as claimed in claim 1, characterized in that at least one polarizer comprises at least one anisotropically absorbing birefringent layer formed of associates of dichroic dyes comprising ionogenic groups, or their mixtures, with at least one mole of surfactant ions or their mixtures.
18. A liquid-crystal indicating element as claimed in claim 1, characterized in that at least one polarizer comprises at least one anisotropically absorbing birefringent layer formed of associates of dichroic anionic dyes or their mixtures, with surfactant cations and/or amphoteric surfactants, or their mixtures of the following general formula:



where:

Chromogene is a dye chromoric system;

$Z = SO_2NH, SO_2, CONH, CO, O, S, NH, CH_2$;

$p = 1 - 10$;

$f = 0-9$; $g = 0-9$;

$n = 0-9$, $m = 0-9$,

$n+f = 1-10$; $m+g = 1-10$;

$X, X' = CO, SO_2, OSO_2, PO(O^+M)$;

$M \neq M_1M$, $M_1 = H$; ^{iv}non-organic cation of the following type: NH_4 , Li, Na, K, Cs, Mg, Ca, Ba, Fe, Ni, Co, etc.; organic cation of the following type: RHN_3 , $RR'NH_2$, $RR'R''NH$; $RR'R''R^*N$; $RR'R''R^*P$, where $R, R', R'', R^* =$ alkyl or substituted alkyl of the following type: CH_3 , ClC_2H_4 , HOC_2H_4 , C_2H_5 , C_3H_7 , C_4H_9 , $C_6H_5CH_2$, substituted phenyl or heteroaryl, $YH-(CH_2-CH_2Y)_k-CH_2CH_2-$, $Y = O$, or NH , $k = 0-10$; heteroaromatic cation of the following type: N-alkylpyridinium, N-alkylquinolinium, N-alkylimidazolium, N-alkythiazolinium etc.;

or their mixtures.

19. A liquid-crystal indicating element as claimed in claim 1, characterized in that at least one polarizer comprises at least one anisotropically absorbing birefringent layer formed of associates of dichroic cationic dyes or their mixtures with surfactant anions and/or amphoteric surfactants, or their mixtures of the following general formula:

$(M^+O^+X^-)_m [M^+O^+X^-(CH_2)_p-Z]_g \{ \overset{SAS}{\text{Chromogene}^+} \} SUR$, where

$Z = SO_2NH$, SO_2 , $CONH$, CO , O , S , NH , CH_2 ;

$p = 1-10$;

$g = 0-1$; $m = 0-1$;

$m+g=1$;

$X = CO, SO_2, OSO_2, PO(O^+M)$; $M = H$; ^{iv}non-organic cation of the following type: NH_4 , Li, Na, K, Cs, Mg, Ca, Ba, Fe, Ni, Co, etc.; organic cation of the following type: RNH_3 , $RR'NH_2$; $RR'R''NH$; $RR'R''R^*N$; $RR'R''R^*P$, where $R, R', R'', R^* =$ alkyl or substituted alkyl of the following type: CH_3 , ClC_2H_4 , HOC_2H_4 , C_2H_5 - $C_{10}H_{21}$, $C_6H_5CH_2$, substituted phenyl or heteroaryl, $YH-(CH_2-CH_2Y)_k-CH_2CH_2$, $Y = O$, or NH , $k = 0-10$; heteroaromatic cation of the following type: N-alkylpyridinium, N-alkylquinolinium, N-alkylimidazolium, N-alkylthiazolinium, etc.; $KSUR^+$ (surface-active cation), $SUR = ASUR^-$, $AmSUR$, where: $ASUR^-$ is surface active cation, $AmSUR$ is amphoteric surfactant.

20. A liquid-crystal indicating element as claimed in claim 1, characterized in that at least one polarizer comprises at least one anisotropically absorbing birefringent layer formed of associates of dichroic cationic dyes or their mixtures with surfactant anions and/or amphoteric surfactants, or their mixtures of the following general formula:

$\{\text{Chromogene}\}-[\text{Z}-(\text{CH}_2)_p - \text{X}^+ \text{RR}'\text{R}'' \overset{\text{SAS}}{\text{SUR}}]_n$, where

Chromogene is a dye chromophoric system;

$\text{Z} = \text{SO}_2\text{NH}, \text{SO}_2, \text{CONH}, \text{CO}, \text{O}, \text{S}, \text{NH}, \text{CH}_2$;

$p = 1-10$;

$\text{X} = \text{N}, \text{P}$;

$\text{R}, \text{R}', \text{R}'' = \text{alkyl or substituted alkyl of the following type: } \text{CH}_3, \text{ClC}_2\text{H}_4, \text{HOC}_2\text{H}_4, \text{C}_2\text{H}_5,$

C_3H_7 ;

$\text{SUR} = \overset{\text{SAS}}{\text{ASUR}}, \overset{\text{SAS}}{\text{AmSUR}}$, where: $\overset{\text{SAS}}{\text{ASUR}}$ is a surface-active anion, $\overset{\text{SAS}}{\text{AmSUR}}$ is an amphoteric surfactant;

$n = 1-4$.

21. A liquid-crystal indicating element as claimed in claim 17, characterized in that at least one anisotropically absorbing birefringent layer of at least one polarizer further comprises a solubilized dye.

22. A liquid-crystal indicating element as claimed in claim 1, characterized in that at least one polarizer comprises at least one anisotropically absorbing birefringent layer formed of asymmetric salts of dichroic anionic dyes of the following general formula:



where:

Chromogene is a dye chromoric system;

$\text{Z} = \text{SO}_2\text{NH}, \text{SO}_2, \text{CONH}, \text{CO}, \text{O}, \text{S}, \text{NH}, \text{CH}_2$;

$p = 1 - 10$;

$f = 0-9$; $g = 0-9$;

$n = 0-9$, $m = 0-9$,

$n+f = 1-10$; $m+g = 1-10$;

$\text{X}, \text{X}' = \text{CO}, \text{SO}_2, \text{OSO}_2, \text{PO}(\text{O}^-\text{M}^+)$;

$\text{M} \neq \text{M}_1\text{M}$, $\text{M}_1 = \text{H}$; $\overset{\text{M}}{\text{non-organic cation}}$ of the following type: $\text{NH}_4, \text{Li}, \text{Na}, \text{K}, \text{Cs}, \text{Mg}, \text{Ca}, \text{Ba}, \text{Fe}, \text{Ni}, \text{Co}$, etc.; organic cation of the following type: $\text{RHN}_3, \text{RR}'\text{NH}_2, \text{RR}'\text{R}''\text{NH}; \text{RR}'\text{R}''\text{R}^*\text{N}; \text{RR}'\text{R}''\text{R}^*\text{P}$, where $\text{R}, \text{R}', \text{R}'', \text{R}^* = \text{alkyl or substituted alkyl of the following type: } \text{CH}_3, \text{ClC}_2\text{H}_4, \text{HOC}_2\text{H}_4, \text{C}_2\text{H}_5, \text{C}_3\text{H}_7, \text{C}_4\text{H}_9, \text{C}_6\text{H}_5\text{CH}_2, \text{substituted phenyl or heteroaryl}, \text{YH}-(\text{CH}_2-\text{CH}_2\text{Y})_k-\text{CH}_2\text{CH}_2-, \text{Y} = \text{O}, \text{ or NH}, k = 0-10$; heteroaromatic cation of the following type $\text{N-alkylpyridinium}, \text{N-alkylquinolinium}, \text{N-alkylimidazolinium}, \text{N-alkythiazolinium}$ etc.;

or their mixtures.

23. A liquid-crystal indicating element as claimed in claim 1, characterized in that at least one polarizer of the claimed LCI comprises at least one anisotropically absorbing birefringent layer formed of organic salts of dichroic anionic dyes of the following general formula:

{Chromogene} - (XO⁻M⁺)_n, where

Chromogene is a dye chromophoric system;

X = CO, SO₂, OSO₂, OPO(O⁻M⁺);

M = RR'NH₂; RR'R''NH; RR'R''R⁺N; RR'R''⁺P, when

R, R', R'', R⁺ = CH₃, ClC₂H₄., C₂H₅, C₃H₇, C₄H₉, C₆H₅CH₂,

substituted phenyl or heteroaryl;

YH-(CH₂-CH₂Y)_m-CH₂CH₂, Y = O, or NH, m=0-5;

N-alkylpyridinium cation, N-alkylquinolinium cation, N-alkylimidazolinium cation, N-alkylthiazolinium cation, etc.;

n = 1-7.

References taken into account in drafting the application:

1. L. K. Vistin. ZhVHO, 1983, vol. XXVII, iss. 2, 141-148.
2. A.E. Perregaux, SPIE, 1981, vol. 307, p. 70-75
3. 3. US patent # 3,941,901, cl. 350-160, publ. 1976.
4. A.C. # 697,950, cl. G 02 F 1/13, prototype
5. RF patent # 2,013,794, cl. G 02 F 1/13, publ. 1994.
6. Application PCT/US 94/05493, publ. 08 12 94.

ABSTRACT

The invention relates to devices for displaying information, in particular a liquid-crystal cell, and can be suitably used in indicating means of various designations, e.g. in flat displays, optical modulators, light modulation matrix systems, etc.

The goal of the invention is to provide an improved brightness and an high homogeneity of properties of a liquid-crystal indicating element across its area.

The set goal is to be attained by a liquid-crystal indicating (LCI) element comprising a layer of a liquid crystal disposed between a first and second plates having electrodes, polarizers, light-converting and orienting layers, characterized in that at least one polarizer comprises at least one anisotropically absorbing birefringent layer formed of asymmetric mixed salts of dichroic anionic dyes comprising different cations, and/or of associates of dichroic dyes comprising ionogenic groups having at least one mole of organic ion.

The use of said polarizer allows to manufacture both colour and monochromatic LCIs and displays distinguished in terms of an enhanced brightness and improved homogeneity of properties across the area.